



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ



ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

**А.В. КОВАЛЕНКО, М.А. ГОЛТВ'ЯНСЬКИЙ**

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання лабораторних робіт з дисциплін

**"РЕМОНТ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ",**

**"РЕМОНТ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ЕЛЕКТРИЧНОГО ТРАНСПОРТУ"**

Частина II

(для студентів 4, 5 курсів усіх форм навчання спеціальностей  
7.092201 - "Електричні системи і комплекси транспортних засобів",  
6.092202 - "Електричний транспорт")

Харків – ХНАМГ – 2009

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисциплін "Ремонт транспортних засобів", "Ремонт технічних засобів електричного транспорту". Частина II (для студентів 4,5 курсів усіх форм навчання спеціальностей 7.092201 "Електричні системи і комплекси транспортних засобів", 7.092202 "Електричний транспорт"). Укл. Коваленко А.В., Голтв'янський М.А. – Харків: ХНАМГ, 2009. – 105 с.

Укладачі: доц., к.т.н. А.В. Коваленко,  
доц., к.т.н. М.А. Голтв'янський

Рецензент: проф., д.т.н. В.П. Шпачук

Рекомендовано кафедрою електричного транспорту,  
протокол №2 від 09.09.2008 р.

## ЗМІСТ

Стор

Лабораторна робота № 1. Ремонт колісної пари візка трамвайного вагону з розробкою технологічного процесу відновлення його деталей за подефектною технологією.....	4
Лабораторна робота № 2. Ремонт заднього (ведучого) моста тролейбуса з розробкою технологічного процесу відновлення його деталей за маршрутною технологією.....	23
Лабораторна робота № 3. Ремонт підсилювача руля тролейбуса з розробкою технологічного процесу його розбирання.....	44
Лабораторна робота № 4. Ремонт електрокомпресора пневмосистеми тролейбуса з розробкою технологічного процесу дефектації його деталей.....	75
Додаток А. Про оцінювання точності розмірів спряжених деталей..	93
Додаток Б. Про шорсткість поверхні.....	99
Список літератури.....	104

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1**

*Ремонт колісної пари візка трамвайного вагону з розробкою технологічного процесу відновлення його деталей за подефектною технологією*

### ***Мета роботи***

1. Закріпити теоретичні знання з технології ремонту візка.
2. Одержати практичні навички з розробки технологічного процесу відновлення деталей.
3. Ознайомитись з програмою та методикою випробування колісної пари після ремонту.

### ***Зміст роботи***

1. Вивчення технологічних процесів розбирання і складання візка та його складальних одиниць.
2. Вивчення можливих дефектів основних деталей колісної пари візка, їх граничних зносів, вибракувальних ознак та способів усунення.
3. Розробка технологічного процесу відновлення деталей колісної пари за по дефектною технологією.
4. Виконання програми випробування колісної пари після ремонту.

### ***Оснащення лабораторної роботи***

Лабораторна робота оснащена таким обладнанням:

- лабораторний стіл;
- прилад для установлення деталей в центрах ПБМ – 500;
- різьбовий калібр – пробка М 11 – 6Н;
- калібр – пробка НЕ 25,04 мм,
- штангенциркуль ШЦ – 11 – 250 – 005 / ДСТ 166 – 801;
- важільний мікрометр;
- мікрометрична скоба;
- індикаторний мікрометр;
- деталі колісної пари, що підлягають відновленню;
- робочі рисунки на виготовлення деталей;

- керівництво з капітального ремонту візка;
- типовий технологічний процес на відновлення деталей даного класу;
- ДСТУ;
- стенд для випробування колісної пари після ремонту.

### ***Загальні поняття***

#### ***Будова колісної пари та характерні дефекти її деталей***

Колісна пара складається з осі, підгумових коліс і редуктора у зборі.

Діаметр осі колісної пари є змінним, його величина знаходиться у межах від 100 до 110 мм. Як видно з рис. 1.1, вісь колісної пари, наприклад, трамвайного вагону Т–3 складається з:

- шийок 1 і 8, які є підматочинними частинами осі (на них напресовують маточини підгумових коліс);
- шийок 2 і 7, на яких розташовані радіально–сферичні дворядні роликові підшипники внутрішніх осьових букс;
- шийки 3, на яку напресовують мідне заземлююче кільце струмознімача;
- шийки 4, на яку встановлюють два однорядних кулькових підшипники;
- шийки 5, на яку напресовують маточину веденого зубчатого колеса редуктора;
- шийки 6, на яку встановлюють один однорядний кульковий підшипник.

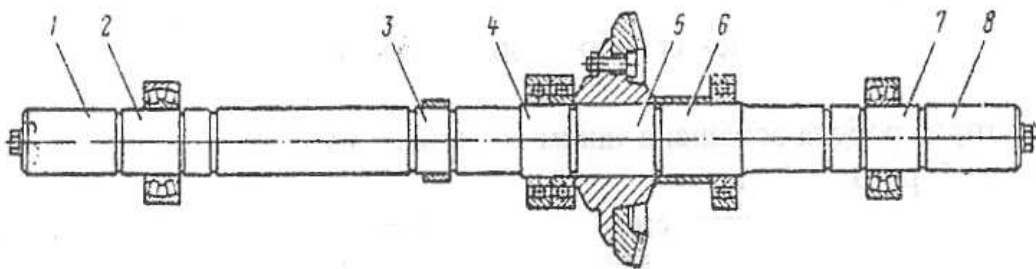


Рис. 1.1 – Вісь колісної пари в зборі

Основними дефектами осі колісної пари є: овальність і конусність шийок посадочних місць не більше 0,1 мм; радіальне биття посадочних шийок не більше 0,1 мм; поздовжні риски глибиною не більше 0,5 мм і не більше п'яти штук в одному поперечному перерізі; деформація осі не більше 0,5 мм; волосини довжиною не більше 1 мм і не більше п'яти штук на площині 50 x 50 мм; за-

дирки, вм'ятини і подряпини на посадочних шийках площиною не більше 10%;  
неспіввісність посадочних поверхонь не більше 0,03 мм.

Вибракувальними ознаками осі колісної пари є: тріщини, раковини, відри-  
ви накатаного шару; задирки, вм'ятини і подряпини на посадочних місцях пло-  
щиною більше 10 % посадочної поверхні; кругові поперечні риски; деформація  
більше 0,5 мм при зусиллі розпресування маточин і шестерень більше 2000 кН.

Підгумове колесо, наприклад, трамвайного вагону Т-3, як видно з рис. 1.2, складається з: маточини 1 зі звареним з нею штампованим упорним диском; колісного центру 6 з надітим у гарячому стані бандажем 5 (рис. 1.3); гумових вкладишів (амортизаторів) 3, якими стискається колісний центр; знімного штампованого натискного диска 10 зі звареним з ним посилюючим конічним диском 11 і напрямною втулкою чи, як її називають, додатковою маточиною 2; притискних болтів 7, за допомогою яких гумові кільця притискаються до диску маточини та знімного диска з напрямною втулкою; гайки 9, що забезпечує відповідний тиск, який є необхідним для стиснення еластичних гумових вкладишів між дисками і колісним центром; мідного шунта 4, що забезпечує електропровідність колеса.

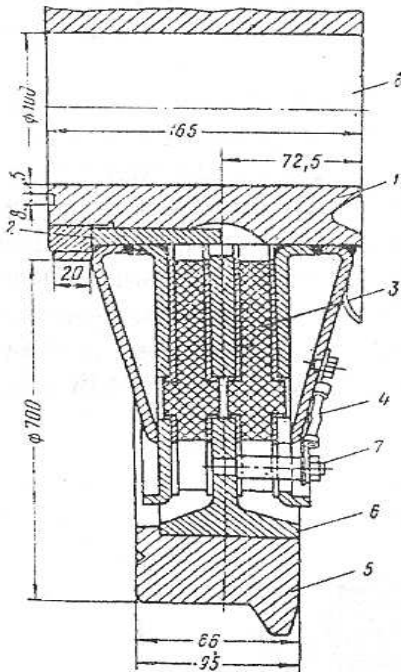


Рис. 1.2 – Підгумове колесо в зборі

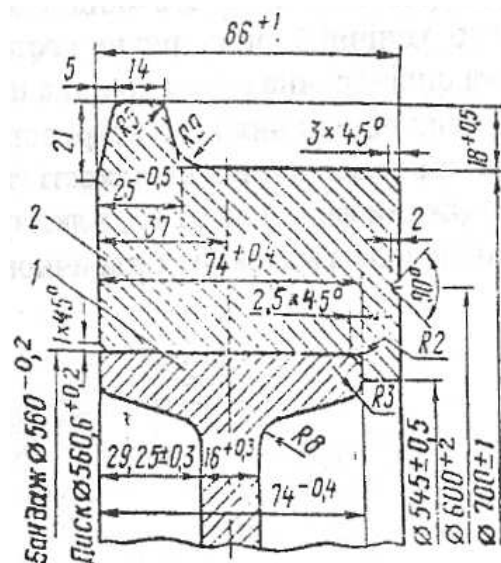


Рис. 1.3 – Колісний центр зі знімним бандажем

Основними дефектами деталей підгумового колеса є: відсутність у маточині тріщин, овальність посадочного отвору не більше 0,015 мм, конічність – не більше 0,08 мм; задирки глибиною не більше 0,075 мм та площиною не більше 5 % поверхні; знос отворів під виступи гумових вкладишів не більше 0,5 мм; знос посадочної поверхні під натисну шайбу не більше 0,3 мм; торцеве биття не більше 0,5 мм; збільшення діаметра отвору під болт більше 0,5 мм; знос чи проточка діаметра посадки бандажа не більше 4 мм; биття торцевої поверхні обода не більше 0,5 мм; глибина надрізів на поверхні обода не більше 2 мм; збільшення діаметра отвору під виступ гумового елемента не більше 0,5 мм; непаралельність поверхонь прилягання гумових вкладишів не більше 0,5 мм. Діаметр по колу катання бандажа, який заміряють на відстані 33 мм від внутрішньої грані (з боку реборди), не більше 685 мм; ширина бандажа не менше 85 мм (при середньому ремонті).

Центральну шайбу, стяжні та маточинні болти допускають для подальшої експлуатації при відсутності тріщин та зносів різьби не більше 2–х ниток.

Допускають для подальшого використання гумові вкладиші, якщо їх товщина у вільному стані не менше 19 мм (для вагонів Т–3) і 24 мм (для вітчизняних вагонів), відсутності пошкодження арматури та розшарування гуми.

Знос посадочного отвору натискної шайби не більше 0,3 мм; збільшення діаметра отвору під болти не більше 0,5 мм; відсутність тріщин.

Редуктор трамвайного вагона залежно від профілю колії може бути одно – та двоступеневим.

Двоступеневий редуктор, наприклад, трамвайного вагону Т–3, як видно з рис. 1.4, складається з: пари косозубчастих конічних шестерень 3 і 4; пари косозубчастих циліндричних шестерень 6 і 7, кожуха, що складається з двох трубчатих наконечників (панчох) різної довжини, і картера 1, в якому на підшипниках збирають косозубчасті конічні й циліндричні шестерні; проміжного валика 5, на який посаджені велика циліндрична й мала конічна шестерні; переднього 8 і заднього 9 конічних роликів підшипників, на котрі встановлюють проміжний валик; кришки 11, на якій кріпиться датчик швидкості (таходинамо) 12 і за допо-

могою якої закривають проміжний вал; стакан 13, в якому розміщується ведучий вал, який виготовляють як одне ціле з малою циліндричною шестернею 7.

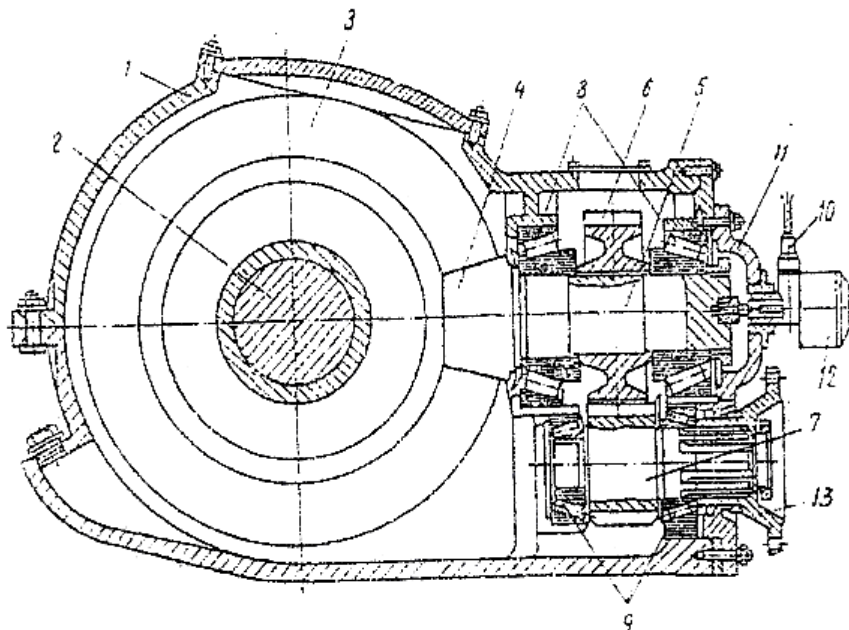


Рис. 1.4 – Двоступеневий редуктор

До основних дефектів деталей редуктора відносяться: знос зубів циліндричної шестерні товщиною не більше 1,6 мм, при цьому боковий зазор в зачепленні з ведучою циліндричною шестернею не повинен перевищувати 0,75 мм; відкол не більше двох суміжних зубів вдовж не більше 10 мм; дрібна раковиста розсип на поверхні зубів не повинна перевищувати 20 % поверхні кожного зуба.

Знос зубів ведучої циліндричної шестерні товщиною не більше 1 мм, при цьому боковий зазор у зачепленні з ведучою шестернею (колесом) не повинен бути більше 0,75 мм; відколи не більше двох несуміжних зубів вдовж не більше 10 мм; дрібна раковиста розсип на поверхні зубів не більше 10 % поверхні зуба; знос упорного бурта під підшипник не більше 1 мм; зрив, зминання, знос різьби в опорах не більше двох ниток; овальність округленості виступів (по поверхні зубів) не більше 0,02 мм; овальність та неспівосність посадочних поверхонь під підшипник не більше 0,04 мм.

Знос зубів веденої конічної шестерні товщиною не більше 1 мм, при цьому боковий зазор у зачепленні з ведучою конічною шестернею не повинен перевищувати 0,5 мм; відколювання не більше двох несуміжних зубів довжиною не



вище 5 мм; дрібна раковиста розсип на поверхні зубів не більше 10 % поверхні зуба; знос отворів під болти кріплення, що не перевищує 0,5 мм; радіальне і торцеве биття посадочних поверхонь не більше 0,004 мм; відсутність тріщин.

Відсутність послаблення та пошкодження заклепок проміжного вала.

Знос зубів ведучої конічної шестерні товщиною не більше 1 мм, при цьому боковий зазор у зачепленні з веденою конічною шестернею не повинен перевищувати 0,5 мм; відколювання, зломи не більше двох несуміжних зубів на довжині не вище 5 мм; дрібна раковиста розсип на поверхні зубів не повинна перевищувати 10 % поверхні зуба; знос, зминання шліців по товщині, які не перевищують 0,2 мм; збільшення по ширині шпоночного паза не більше 0,1 мм; радіальне биття та неспівосність посадочних поверхонь під підшипники і зубчастого вінця не більше 0,03 мм; знос, зрив, зминання різьби в отворах не більше двох ниток; відсутність тріщин.

Знос отворів посадки підшипників, стаканів, корпусів манжетів кожуху редуктора не більше 0,02 мм; овальність та неспівосність посадочних шийок не більше 0,05 мм; непаралельність та неперпендикулярність площин розняття (в зібраному вигляді) відносно поздовжньої осі колісної пари не більше 0,05 мм; раковини на оброблених поверхнях глибиною до 25 % товщини стінки та площиною не більше 10 % поверхні; знос, зрив, зминання різьби в отворах не більше двох ниток; знос штифтових отворів не більше 0,07 мм; відсутність тріщин.

Знос отворів горловини під стакан підшипників не більше 0,1 мм; непаралельність площини розняття з віссю проміжного вала не більше 0,1 мм; неперпендикулярність осей проміжного та ведучого вала не більше 0,05 мм; знос отворів болтового з'єднання та отворів цапф не більше 0,5 мм; зрив, знос різьби в отворах не більше двох ниток; відсутність тріщин.

Знос отворів під посадку підшипників стаканів не більше 0,02 мм; знос упорних поверхонь підшипникових кілець не більше 0,5 мм; несоосність та неконцентричність посадочних місць у корпусах і під підшипники не більше 0,05 мм; відсутність тріщин.

Допускається встановлювати без відновлення кришки упорних та лабіринтових посадочних поверхонь з їх зносом не більше 0,5 мм.

Відсутність у підшипниках тріщин, відколів, викришування кілець та сепараторів, хвилеподібного зносу та електроерозії тіл обертання і бігових доріжок, слідів корозії на посадочних поверхнях, бігових доріжок у тілах обертання.

Радіальний зазор кожуха редуктора відносно осі повинен бути не більше 0,3 мм; осьовий розбіг кожуха редуктора відносно осі не повинен перевищувати 0,5 мм; знос зубів шестерень по товщині не повинен перевищувати 1,6 мм; відколювання на зубах шестерень не більш двох несуміжних на довжині не більше 10 мм; дрібна раковиста розсип на поверхні зубів не повинна перевищувати 20 % поверхні зуба; знос діаметрів отворів у маточині під виступи вкладишів не більше 0,3 мм; торцеве биття не більше 0,5 мм; відсутність хвилеподібного зносу на бігових доріжках підшипників.

#### *Способи відновлення деталей складальних одиниць колісної пари*

Посадочні поверхні шийок осі колісної пари відновлюють настилюванням або хромуванням. Центрові отвори відновлюють шляхом переходу на наступний більший розмір центрових отворів згідно з ДСТ 1.4034–74. Усунення конічності, овальності та радіального биття здійснюють механічною обробкою на токарному верстаті.

Проведення зварювальних робіт на осі колісної пари та її правка не допускаються.

Посадочні поверхні та упорні бурти й шліці шестерень відновлюють настилюванням або хромуванням. Усунення радіального та торцевого биття здійснюють шліфуванням у межах допуску. Допускається розточка внутрішнього діаметра маточини зубчатого колеса до 3 мм при відповідному збільшенні діаметра підматочинної частини осі (шийки).

При заміні циліндричної або конічної шестірні її посадку на фланець здійснюють у нагрітому стані при температурі 120 – 150°C. Надіту на фланець шестерню закріплюють заклепками.

Зношені робочі поверхні кожуха наплавляють і обробляють до первинного розміру. Тріщини розробляють і зварюють. При заміні трубчатого наконечника (панчохи) його комплектують з новим, з обов'язковою розточкою посадочних поверхонь під підшипники.

Бобишки і ребра зі зношеними отворами розсвердлюють під ремонтний розмір з установкою цапф відповідного ремонтного розміру.

Овальність, конічність, задирки маточини ліквідують механічною обробкою. Поверхні маточини відновлюють до початкових розмірів насталюванням або хромуванням. Проведення зварювальних та наплавочних робіт на маточині забороняється, крім наплавлення під флюсом канавки під колісний центр вагона Т-3.

Торцеве биття поверхонь кріплення гумових вкладишів ліквідують за допомогою преса без нагрівання. Зношену нарізку маточини відновлюють шляхом переходу на ремонтний розмір, з наступним записом до паспорта колісної пари. При зносі нарізних отворів під маточинні болти чи отворів під штифти, проводять розсвердлювання нових отворів зі зміщенням їх на половину кута між старими отворами.

Для відновлення посадочної поверхні натискної шайби на маточини та отворів під штифти, болти, виступи гумових вкладишів використовують наплавлення з наступною механічною обробкою до початкового розміру.

Усунення торцевого биття поверхні кріплення гумових вкладишів здійснюють протяжкою або правкою на пресі у холодному стані. Правка ударами не дозволяється.

Тріщини в дисках бандажів розробляють і зварюють. Відновлення ободу і отворів диска здійснюють з використанням наплавлення з подальшою нормалізацією та механічною обробкою до початкового розміру.

Биття і викривлення взаємного розташування торцевих поверхонь ліквідуються правкою під пресом у холодному або гарячому стані або механічною обробкою, при цьому товщина диска не повинна бути менше 12 мм, а ширина ободу менше 58 мм.

При капітальному ремонті встановлюють нові бандажі.

### *Випробування колісної пари*

Після складання колісної пари її випробовують на стенді з метою прироблення спряжених деталей, перевірки на нагрівання підшипникових вузлів і зубчастих зчеплень, перевірки взаємодії її складальних одиниць та герметичності ущільнень складових елементів кожуха редуктора. Для досягнення поставленої мети відповідно до галузевого стандарту випробування проводять за програмою:

- колісну пару в зборі встановлюють на випробувальний стенд;
- в редуктор колісної пари заливають мастило;
- фланець ведучої шестерні редуктора з'єднують карданним валом з двигуном стенда;
- після зовнішнього огляду стенда на двигун подають напругу;
- випробування проводять на холостому ході при обертанні двигуна з частотою 400, 700, 900, 1220 хв<sup>-1</sup>. в одну і в другу сторони протягом години, заміряючи при цьому величину струму, що протікає обмотками якоря  $I_{\text{я}}$ , збудження  $I_{\text{з}}$ , і тривалість кожного режиму роботи  $\tau$ ;
- при випробуванні стежать, щоб не спостерігались заїдання зубів шестерен, стуки, шум високої тональності, підвищена вібрація, викидання мастила через ущільнення;
- після закінчення випробування розкривають горловину редуктора і виконують наступні вимірювання:
  - а) температури мастила  $t_{\text{м}}$  в редукторі, перегрівання якого не повинно перевищувати 60°C;
  - б) температури підшипникових вузлів  $t_{\text{п}}$  та зубчастих зчеплень  $t_{\text{з}}$ , значення яких не повинно перевищувати температуру навколишнього середовища  $t_0$  більше, ніж на 70°C;
  - в) значення плями контакту на ведучому зубчатому колесі, яке повинно покривати середню частину бокової поверхні зубів по висоті не менше 60 %, а по довжині не менше 50 %, а також проводять розрахунок енергетичних втрат в електродвигуні за допомогою пуско-гальмової характеристики.

В умовах лабораторії (як випробувальний стенд колісної пари) використовують візок трамвайного вагона КТМ–5М (рис. 1.5). Цей візок розміщують на спеціально виготовленій підставці.

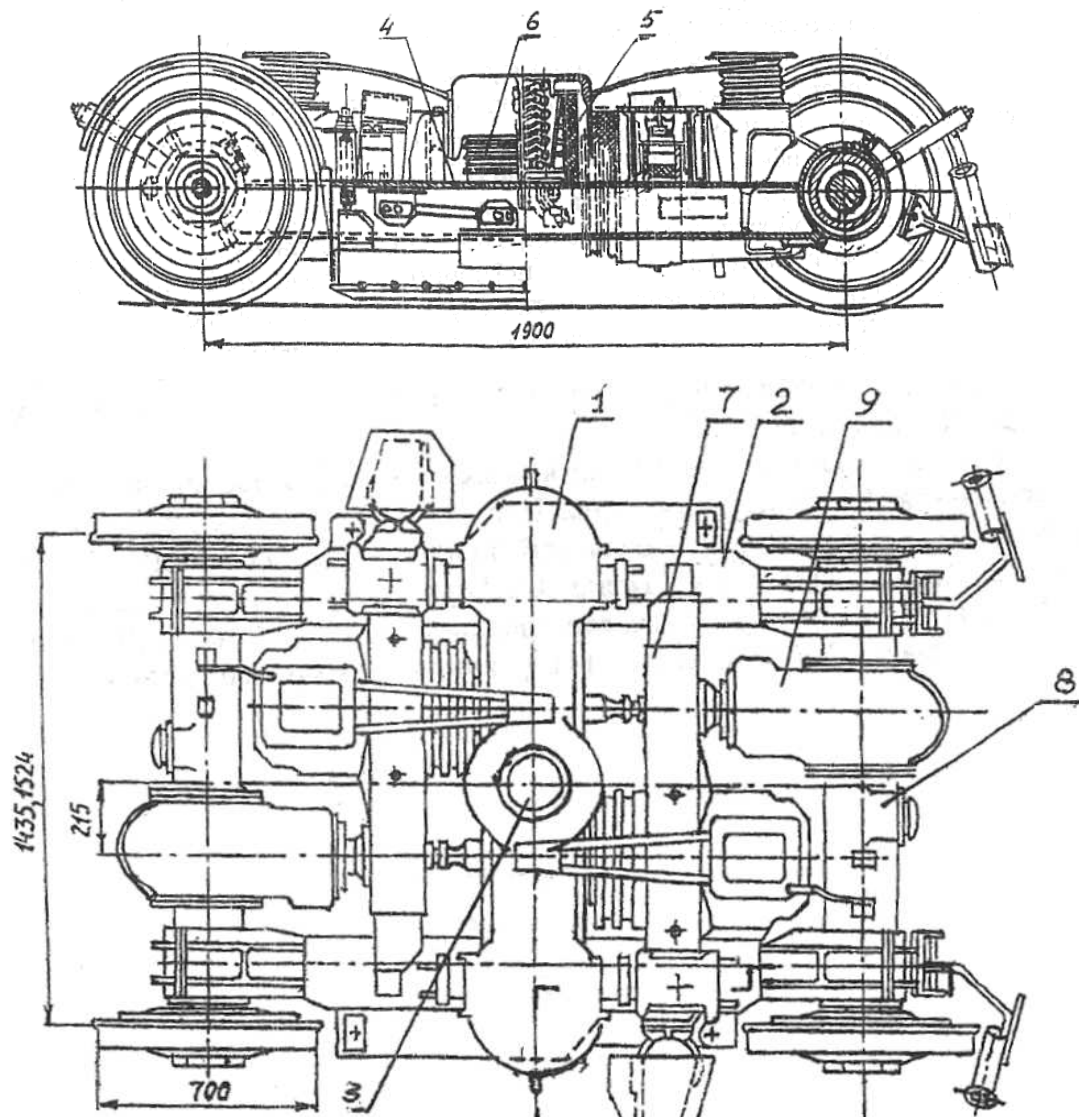


Рис. 1.5 – Візок трамвайного вагона:

- 1 – шворнева балка; 2 – поздовжня балка; 3 – п'ятник; 4 – рейкове електромагнітне гальмо; 5 – люлькове підвішування; 6 – тарелі люлькового підвішування; 7 – моторна балка; 8 – колісна пара в зборі; 9 – редуктор; 10 – карданний вал

Перед випробуванням колісної пари в її редуктор (редуктор вітчизняного виробництва) заливають трансмісійне автотракторне мастило ТУ 38–101–529–75 в об'ємі 5 л. Після випробування мастило зливають. Тяговий двигун типу ДК–250Г має змішане збудження. При годинному режимі його потужність дорівнює 45 кВт, величина струму 176 А, робоча напруга 275 В, частота обертання  $1200 \text{ хв}^{-1}$ .

Максимальне значення частоти обертання, котре може тривати протягом 1 хв., досягає  $3500 \text{ хв}^{-1}$ . Тяговий двигун (а з ним і колісна пара) знаходиться в загальмованому стані за допомогою барабанного колодочного гальма. Перед випробуванням колісної пари на котушку утримуючого електромагніта необхідно подати напругу 24 В для того, щоб вивільнити гальмовий барабан.

На рис. 1.6 подана принципова електрична схема стенда, з якої видно, що джерелом напруги є статичний перетворювач змінного струму G з вихідною напругою, яку регулюють у межах  $0 \div 275 \text{ В}$ .

Живлення статичного перетворювача здійснюється від трифазної мережі 380 В з нейтраллю на частоті 50 Гц. В електричному колі статичного перетворювача для контролю вихідної напруги передбачені вольтметр Р2 і амперметр Р1.

Випробувальний стенд електродвигуном М (ДК–259Г) підключають до статичного перетворювача лінійним контактором КЛ. Електродвигун має якір з виводами Я1 та Я2, послідовну (серієсну) обмотку ОВС з виводами С1 та С2 і паралельну (шунтову) обмотку ОВШ з виводами Ш1 і Ш2.

Перед запуском електродвигуна спочатку подають напругу на обмотку збудження ОВШ шляхом включення контактора КВШ, в електричному колі якої є реостат РОВШ і амперметр Р3. Напругу на цій обмотці контролюють вольтметром Р4. Перед запуском електродвигуна реостат РОВШ виводять повністю.

Залежно від напрямку обертання електродвигуна вмикають відповідно контактори В1 і В2 (при обертанні за годинною стрілкою, якщо дивитись на електродвигун зі сторони вала) або Н1 та Н2 (при обертанні проти годинної стрілки). Перед запуском електродвигуна напругу на виході статичного перетворювача знижують до мінімального значення.

Запуск електродвигуна виконують шляхом зниження або підвищення вихідної напруги статичного перетворювача. Проведення випробування на підвищеній частоті обертання електродвигуна здійснюють шляхом ослаблення електричного поля серійної обмотки збудження ОВС при ввімкненому контакторі КОП. Контроль напруги і струму в колах електродвигуна здійснюють за допомогою відповідних приладів. За їх показаннями розраховують енергетичні втрати.

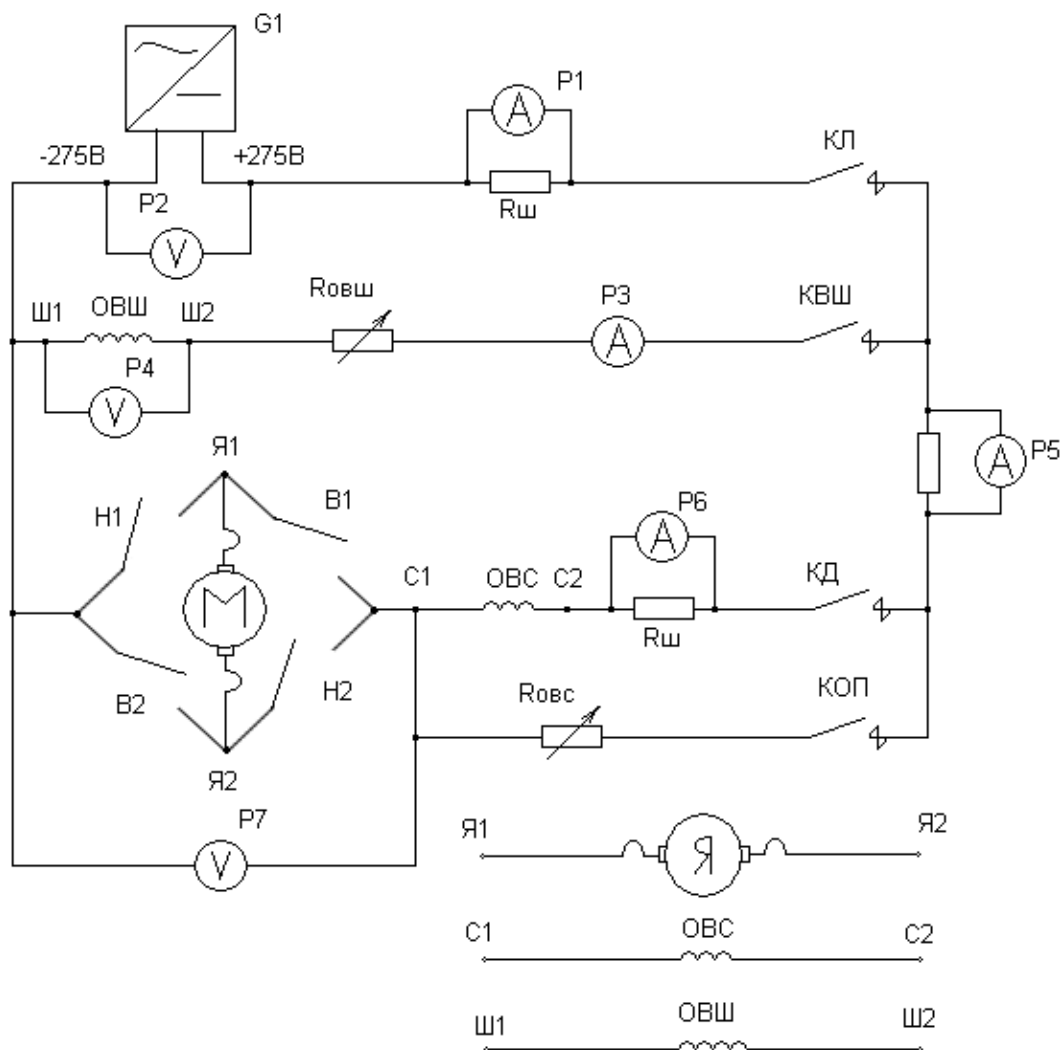


Рис. 1.6– Принципова електрична схема випробувального стенда

*Розробка технологічного процесу відновлення деталей за подефектною технологією*

До завдання розробки технологічного процесу відновлення деталей входить встановлення складу операцій, допоміжних і технологічних переходів та послідовність їх виконання, підбір обладнання, пристроїв та інструмента, за допомогою якого досягають мети операції, призначення режимів різання, встановлення технічно обґрунтованих норм часу і кваліфікації виконавців, а також оформлення відповідних нормативно–технологічних документів.

У роботі [6] викладена методика розробки технологічного процесу відновлення деталей за подефектною технологією. Вона включає в себе підготовку початкових даних, виявлення способу усунення дефекту, розробку схеми тех-

нологічного процесу усунення окремо кожного дефекту та оформлення нормативно–технологічних документів.

При підготовці початкових даних враховують вимоги, викладені в керівництві до капітального ремонту рухомого складу та в конструктивно-технологічній характеристиці (КТХ). КТХ деталі яку відновлюють, – чистоту обробки поверхні (шорсткість), точність розміру і форми, точність розташування, вид термічної обробки, КТХ деталі, яку відновлюють, подають у вигляді карти (табл. 1.2).

Спосіб усунення дефекту виявляють, виходячи з вирішення організаційних та технологічних питань відновлення деталей в їх сукупності. При вирішенні організаційних питань враховують ремонтний фонд, номенклатуру відновлюваної деталі, кількість деталей кожного найменування, технологічну однорідність і кратність ресурсу деталей та міжремонтного інтервалу. Технологічні питання відновлення деталі залежать, зокрема, від поєднання на одній деталі, кратності відновлення та запасу міцності. Спільне вирішення організаційних та технічних питань знаходять шляхом виготовлення карти критеріїв застосування (КЗ), що подана у вигляді табл. 1.3.

Схема технологічного процесу відновлення являє собою відображення складу технологічних операцій відновлення, допоміжних і технологічних переходів і послідовність їх виконання.

### ***Технологічна інструкція на виконання лабораторної роботи***

1. У ході самостійного домашнього вивчення лекційного матеріалу і рекомендованої літератури необхідно:

- вивчити технологічні процеси розбирання і складання візка трамвайного вагона та його складальних одиниць;

- вивчити можливі дефекти основних деталей колісної пари та їх вибракувальні ознаки, після чого заповнити відповідні розділи, завчасно накресленої в бланку звіту таблиці 1.1;

- накреслити вісь колісної пари в зборі (рис. 1.1) та під гумове колесо в зборі (рис. 1.2);



- з'ясувати поняття: технологічний процес, технологічна операція, допоміжний і технологічний перехід; нумерацію та назви цих складових частин технологічного процесу в нормативно–технологічних документах;

- з'ясувати методику вибору способу відновлення деталей і прийнятих скорочень найменувань цих способів при роботі з критеріями застосування;

- з'ясувати фізичну сутність параметрів КТХ і параметрів КЗ;

- у бланку звіту накреслити за встановленою формою таблиці параметрів КТХ (табл. 1.2) і параметрів КЗ (табл. 1.3); ознайомитись з методиками визначення параметрів жорсткості та точності розмірів, які наведені в додатках А та Б; у бланку звіту накреслити структурну схему випробовувального стенда колісної пари, його принципову електричну схему і таблицю результатів випробування 1.4.

2. Викладачу необхідно перевірити готовність студентів до виконання лабораторної роботи.

3. Виконання лабораторної роботи слід проводити в такій послідовності:

- навчальну групу поділити на бригади;

- за кожною бригадою викладач закріплює одну з відповідальних деталей колісної пари, що підлягає відновленню;

- складом бригади з використанням робочого креслення деталі і вимог керівництва до капітального ремонту візка з'ясувати: параметри КТХ деталі та занести їх значення до табл. 1.2; умови роботи відновлюваних робочих поверхонь деталі, вид і характер дефектів;

- складом бригади визначити способи усунення дефектів, що найкращим чином відповідають параметрам КЗ, після чого всі визначені рішення записати у табл. 1.3;

- бригадою розробити схему технологічного процесу усунення одного з дефектів, узгодженого з викладачем, для чого: згідно з вибраним способом відновлення призначити обсяг, послідовність, мету виконання технологічних операцій, орієнтуючись на зміст типового технологічного процесу для деталей даного класу; запропонувати схему базування та закріплення деталі для кожної

операції; визначити для кожної операції зміст і послідовність виконання допоміжних і технологічних переходів;

– вивчити будову випробувального стенда (його структуру і принципову електричну схему) та інструкцію з безпеки, після чого виконати програму випробування колісної пари під керівництвом викладача;

– результати випробувань занести до табл. 1.4;

– зробити висновки щодо якості ремонту колісної пари.

4. Кожному студенту необхідно оформити звіт з лабораторної роботи і самостійно захистити її результати.

Таблиця 1.1– Основні дефекти деталей колісної пари у зборі

№ з/п	Найменування деталей та вибракувальні їх ознаки	Основні дефекти деталей	Граничні значення	Існуючі засоби позбавлення дефекту
1				
1.1				
1.2				
2				
2.1				
2.2				
3				
3.1				
3.2				

*Приклад розробки технологічного процесу відновлення деталей картера редуктора колісної пари за подефектною технологією*

1. Вихідні дані:

1) відновлювана деталь і маршрут ремонту, вид і характер дефектів: знос посадкового місця під підшипник веденого валу колісного редуктора;  $U = 0,15$  мм;

2) конструктивно–технологічна характеристика відновлюваної деталі.

Таблиця 1.2 – Параметри конструктивно–технологічної характеристики

Параметри КТХ	Значення
1. Клас деталі, матеріал	Некруглі стержні, сталь 45 ДСТ 1050–74
2. Вимогу до точності: – розміру – форми – розташування	$H7, T_D = 0,025$ мм У межах допуску на розмір

3) основні вимоги керівництва з капітального ремонту колісної пари трамвайного вагона:

- розміри отвору під підшипник веденого валу;
- за робочим кресленням –  $d 125^{+0.035}_{+0.010}$  ;
- допустимі без ремонту –  $d 125,07$  ;
- вибракувальні ознаки – ум'ятини, подряпини на посадкових площинах корпусу більше 10 % цієї посадкової поверхні, невідповідність посадочної поверхні більше 0,05 мм.

## 2. Виявлення способів усунення дефектів.

Способи усунення дефектів виявляють за розробленою методикою, що викладена в роботі [6], із заповненням табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Параметри критерію застосування

Параметр критерію використання	Значення	Засоби відновлення	
		невикористані	використані
1. Матеріал деталі	Сталь 45050–74	немає	Всі відомі
2. Вид та розміри відновлюваної поверхні	Отвір наскрізний гладкий: 125,15	I,X,Ж,РГС,РДС – їх службові характеристики не забезпечують даний характер параметру критеріям використання РР	РР
3. Вид та характер дефекту	Отвір останнього РР з деформованими стінками на 0,15 мм	Відповідає рішення за наступним параметром	РР
4. Умови роботи	Вібродинамічні та знакозмінні навантаження	Відповідає рішення за наступним параметром та додатковим СН	РР

Розглянувши вказані в таблиці способи відновлення деталі, можна зробити висновок, що тільки метод ремонтного розміру (РР) відповідає за технологічними характеристиками вимогам технологічного критерію застосування щодо дефекту, який ми розглядаємо.

## 3. Схема технологічного процесу усунення зносу посадочного місця під підшипник веденого валу.

Дефект – знос посадкового місця.

3.1 005 – горизонтально–розточна;

010 – слюсарна;

015 – зварювальна;

020 – слюсарна;

025 – горизонтально–розточна;

030 – фрезерна;

035–слюсна.

3.2. 005 – горизонтально–розточна:

1) установити картер на пристрій, закріпити;

2) вивірити шпindelь верстата за отвором  $d125H7$ , витримуючи розмір  $142^{+0,05}$  до площини розняття;

3) розточити зношений отвір  $d110M6$ , витримуючи  $d120H7(+0,035)$ ;  
 $L = 154 \pm 0,1$ ;

4) відкріпити і зняти картер редуктора.

3.3. 010 – слюсарна:

1) запресувати втулку в картер редуктора;

2) при наявності тріщин в картері редуктора свердлити 2 отвори  $d 6$  по краях тріщини на глибину  $0,5 - 0,7$  товщини металу ( $h 4,5 \dots 8$ );

3) виконати розробку тріщин на глибину  $0,7 \dots 0,8$  товщини ( $6 \dots 8$  мм) металу зі скосом кромки під кутом  $30^\circ$  (загальний кут розробки  $60^\circ$ ) по всій довжині;

4) зачистити й знежирити зношені поверхні  $d 200$ ,  $d 150$ ,  $d 125H7$  і торець до металевого блиску під наплавлення.

3.4. 015 – зварювальна:

1) зробити попередній підігрів ділянки з тріщиною до температури  $150 \div 200^\circ\text{C}$ ;

2) наварити перший шар зварювального шва на  $0,5$  товщини металу. Наварити другий шов та відпалити вал на поверхні шва;

3) прогріти зону шва до температури  $620 \dots 650^\circ\text{C}$  для зняття зварювальних напружень;

4) наварити зношені поверхні  $d 125 H7$ ;  $d 150$ ;  $d 200$  до  $d 115$ ;  $d 140$ ;  $d 190$  відповідно. Паз на  $d 200$  і роз'єм редуктора не заплавляти. Наварити зношений торець поверхні  $d 125 H7$ ;

5) контроль виконавцем, лінійка  $0 \div 500$  ДСТ 427–75.

3.5. 020 – слюсарна:

1) відновити зварюванням тріщини, очистити від шлаку поверхню картера, шов – від бризок металу.

3.6. 025 – горизонтально–розточувальна:

1) установити картер редуктора на пристрій поверхнею  $d\ 215\ H7$ , зафіксувати на конусні отвори 1:50, закріпити;

2) розточити наплавлений отвір, утримуючи  $d\ 150^{+0,026}_{-0,014}$ ;  $L = 172 \pm 0,1$ ; R1;

3) розточити наплавлений отвір, витримуючи прохід  $d\ 125H7 (+0.40)$ , розмір  $142^{+0,05}$  між осями отворів;

4) розточити отвір у втулці, витримуючи  $d\ 110M6^{-0,006}_{-0,028}$ ;  $L = 146 \pm 1$ ; R2;

5) розточити фаску  $2 \times 45^\circ$ .

3.7 030–фрезерна:

1) фрезерувати наплавлений торець чисто, витримуючи розмір  $370^{+0,2}$  (обробку торця зробити до розточки отворів);

2) повернути стіл на  $90^\circ$ ;

3) розточити два отвори на прохід, витримуючи  $d\ 200^{+0,030}_{-0,016}$ ;

4) розточити дві фаски  $2 \times 45^\circ$ ;

5) відкріпити та зняти картер з пристрою;

6) установити картер на стіл верстата, вивірити горизонтальне положення по площині верхньої кришки, закріпити;

7) розсвердлити зношені зняті нарізні отвори M8 до  $d\ 8,5$ ;

8) відкрити й зняти картер редуктора.

3.8 035–слюсарна:

1) зняти задирки;

2) нарізати різьбу M10 у розсвердлених отворах кріплення верхньої кришки;

3) нарізати різьбу M 12 у семи отворах на обробленому торці;

4) маркувати верхню та нижню частини редуктора однаковим номером в порядку зростання.

Таблиця 1.4 – Результати випробування

№ з/п	Режим випробування	Вимірювальні величини									
		$\tau$ , хв	$t_m$ °C	$t_n$ °C	$t_z$ °C	$U_{сп}$ В	$I_{сп}$ А	$U_{ш}$ В	$I_{ш}$ А	$U_{я}$ В	$I_{я}$ А
1	Режим неробочого ходу при обертанні ЕД за годинниковою стрілкою з частотою обертання $\eta$ , $хв^{-1}$										
2	Режим неробочого ходу при обертанні ЕД проти годинникової стрілки з частотою обертання $\eta$ , $хв^{-1}$										

**Контрольні запитання**

1. Викладіть послідовність розбирання колісної пари у зборі.
2. Яку деталь колісної пари вважають базовою і чому?
3. Назвіть параметри КТХ і КЗ.
4. Дайте визначення термінів "технологічний процес", "технологічна операція", "допоміжний та технологічний переходи".
5. Викладіть прийняті скорочення назв способів відновлення деталей.
6. Викладіть методику розробки технологічного процесу відновлення деталі за по дефектною технологією.

## **Лабораторна робота № 2**

*Ремонт заднього (ведучого) моста тролейбуса з розробкою технологічного процесу відновлення його деталей за маршрутною технологією*

### ***Мета роботи***

1. Закріпити теоретичні знання з технології ремонту заднього моста тролейбуса.
2. З'ясувати конструктивні особливості деталей заднього моста, їх характерні дефекти та способи їх усунення.
3. Одержати практичні навички розробки технологічного процесу відновлення деталей за маршрутною технологією.
4. Ознайомитись з програмою і методикою випробування заднього моста тролейбуса.

### ***Зміст роботи***

1. Вивчення технологічного процесу розбирання та складання заднього моста тролейбуса.
2. Вивчення можливих дефектів основних деталей заднього моста тролейбуса і способів усунення їх граничних зносів, бракувальних ознак.
3. Розробка технологічного процесу відновлення деталей заднього моста тролейбуса за маршрутною технологією.
4. Виконання програми випробування заднього моста тролейбуса після його ремонту.

### ***Оснащення лабораторної роботи***

Лабораторна робота оснащена таким обладнанням:

- лабораторний стіл;
- прилад для установлення деталей в центрах ПБМ – 500;
- різьбова калібр–пробка М11 – 6Н;
- калібр–пробка НЕ;
- штангенциркуль ШЦ–11–250–0.05 (ГОСТ 166–80);
- мікрометр;

- мікрометрична скоба;
- індикаторний нутромір;
- глибиномір мікрометричний;
- зубомір;
- лупа;
- стенд випробування заднього моста тролейбуса після ремонту;
- деталі заднього моста тролейбуса;
- керівництво з капітального ремонту заднього моста тролейбуса.

### ***Загальні поняття***

#### ***Призначення і будова заднього моста тролейбуса***

Задній міст сприймає вагу від тролейбуса, що припадає на задню його частину, а також передає тягові й гальмові зусилля коліс на кузов. Базовою деталлю заднього моста є його балка, в центрі якої розташований картер центрального редуктора.

Задній міст умовно можна розділити на три складові частини: на дві маточини колеса з колісним редуктором та центральний гепоїдний редуктор. Як бачимо з рис. 2.1, до обох кінців балки 2 приварюють сталеві супорти, до яких болтами кріпляться рукава 7. У супорт запресовані осі 4, призначені для закріплення гальмових колодок 5. У гальмові колодки запресовані бронзові втулки, які виконують роль підшипника ковзання осей.

На двох конічних роликів підшипниках 28 та 32 обертається маточина 27. Внутрішній підшипник 32 встановлений на рукаві 7, а зовнішній підшипник 28 – на опорі 12 коронної шестерні 25 колісного редуктора. Розпірна втулка 29 шліцями з'єднує опору коронної шестерні з рукавом ведучого моста. Усі деталі розташовані на рукаві 7, стягуються гайкою 26, яка фіксується стопором. Він складається із стопорної пластини 13 і двох болтів 14.

У верхній частині балки моста з обох сторін приварені кронштейни 36 з запресованими в них бронзовими втулками. Вони служать опорами валів розтискних кулаків 35, на кінцях яких посаджені гальмові важелі 37. За допомогою гальмового важеля 37 регулюють величину зазору між гальмовими колодками 5 і гальмовим барабаном 34.



У маточині колеса (як видно з рис. 2.2) встановлений колісний редуктор. Він складається з сонячної шестерні 10, трьох сателітів 8 та коронної шестерні 5. Сонячна шестерня є ведучою. Вона з'єднана з піввіссю 17 шліцями і фіксується від осового переміщення двома стопорними кільцями. Кожен сателіт обертається на двох циліндричних роликових підшипниках 15, які встановлені на осях 14. Осі сателітів кріплять до водила 13. Останнє з'єднане з маточиною шпильками, які завернуті в торцеву частину. Коронну шестірню 5 кріплять на опорі 6 і фіксують стопорним кінцем 4. Коронна шестірня нерухома, бо вона через опору й шліцьову розпірну втулку 16 встановлена на рукаві 18. Кришку колісного редуктора 7 кріплять до водила болтами.

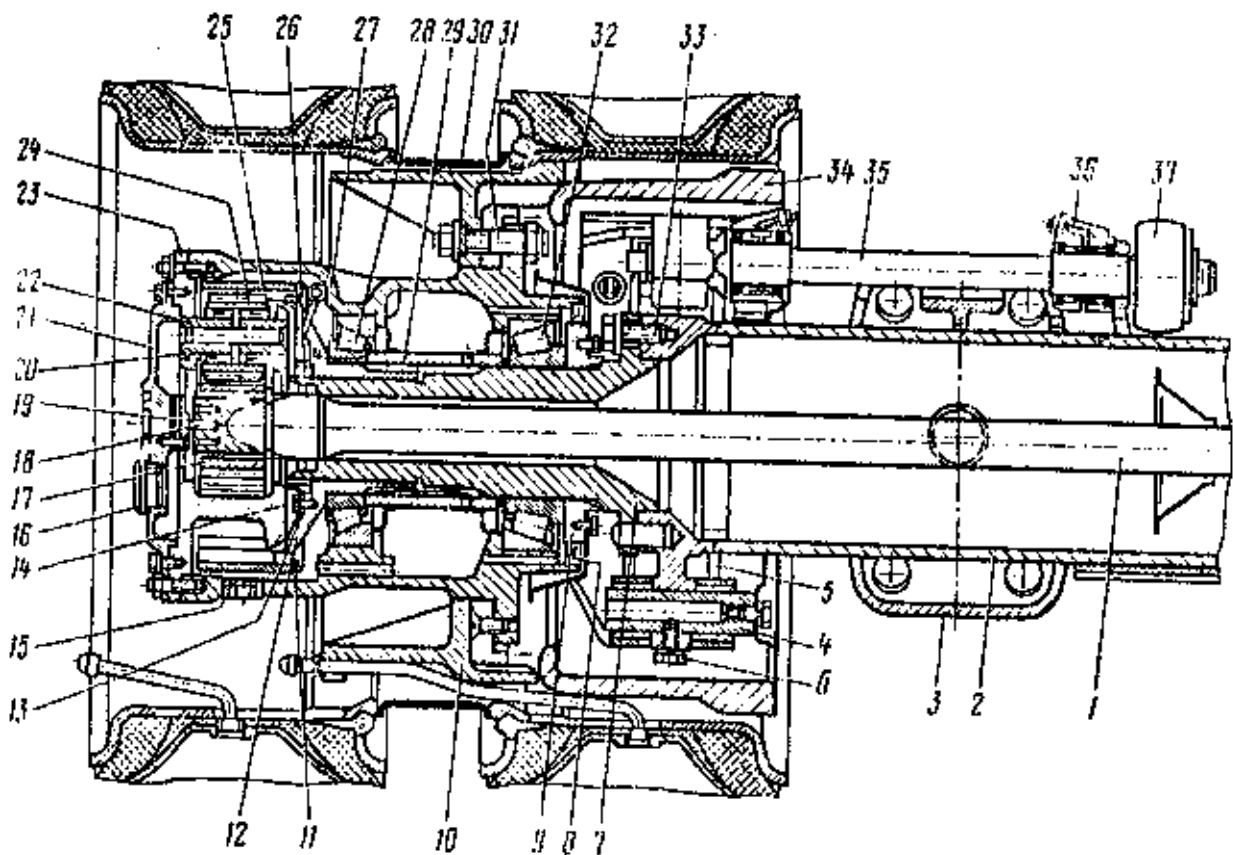


Рис. 2.1 – Маточина колеса і колісний редуктор ведучого моста:

- 1 – піввісь; 2 – балка моста; 3 – кронштейн кріплення ресор; 4 – вісь гальмової колодки; 5 – гальмова колодка; 6 – стопорний болт; 7 – рукав; 8 – сальник; 9 – ущільнювальне кільце; 10 – перехідна втулка; 11 – стопорне кільце; 12 – опора; 13 – стопорна пластина; 14, 33 – болти; 15 – зливна пробка; 16 – заливна пробка; 17 – сонячна шестірня; 18 – упорний палець; 19 – упорна шайба; 20 – кулька; 21 – кришка; 22 – вісь; 23 – водило; 24 – сателітова шестірня; 25 – коронна шестірня; 26 – гайка; 27 – маточина; 28 – конічний роликовий підшипник; 29 – розпірна втулка; 30 – проставочне кільце; 31 – болт з квадратною головкою; 32 – конічний підшипник; 34 – гальмовий барабан; 35 – вал розтискного кулака; 36 – кронштейн; 37 – гальмовий важіль

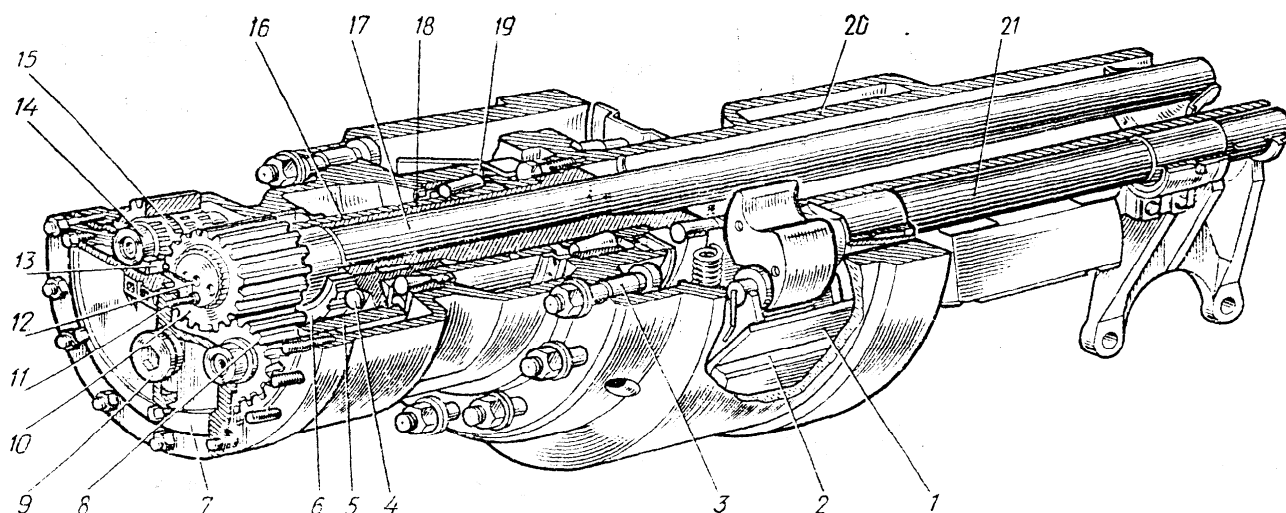


Рис 2.2 – Колісний редуктор (планетарний механізм):

1 – гальмова колодка; 2 – гальмова накладка; 3 – болт; 4 – стопорне кільце;  
 5 – коронна шестірня; 6 – опора; 7 – кришка; 8 – сателіти; 9 – пробка зливного отвору;  
 10 – сонячна шестірня; 11 – упорний палець; 12 – упорна шайба; 13 – водило; 14 – вісь;  
 15 – підшипник; 16 – розпірна втулка; 17 – піввісь; 18 – рукав; 19 – сальник; 20 – балка моста

Півосі заднього моста 17 мають на кінцях шліц з евольвентним зачепленням. Одним кінцем піввісь з'єднана з сонячною шестірнею колісного редуктора 10, а другим – з шестірнею диференційного механізму центрального гепоїдного редуктора, котрий (як бачимо з рис. 2.3) встановлений в картері редуктора 12 і кріпиться до картера за допомогою шпильок.

Центральний редуктор (рис. 2.3) складається з двох конічних шестірень зі спіральними зубцями та диференціального механізму. Ведуча конічна шестірня 29 виготовлена разом з валом і обертається на двох конічних роликів підшипниках 9 та 30. Конічний підшипник 30 встановлюють в картер редуктора, а підшипник 9 – у стакан 31, який закривають кришкою 34 з ущільнювальною прокладкою 33. Кришка 34 і стакан 31 за допомогою шпильок 7 кріплять до картера редуктора 12. Поміж фланцями стакана 31 і картером 12 розташований комплект регулювальних прокладок 32. У кришці 34 розташований сальник 1, який запобігає витіканню мастила з редуктора.

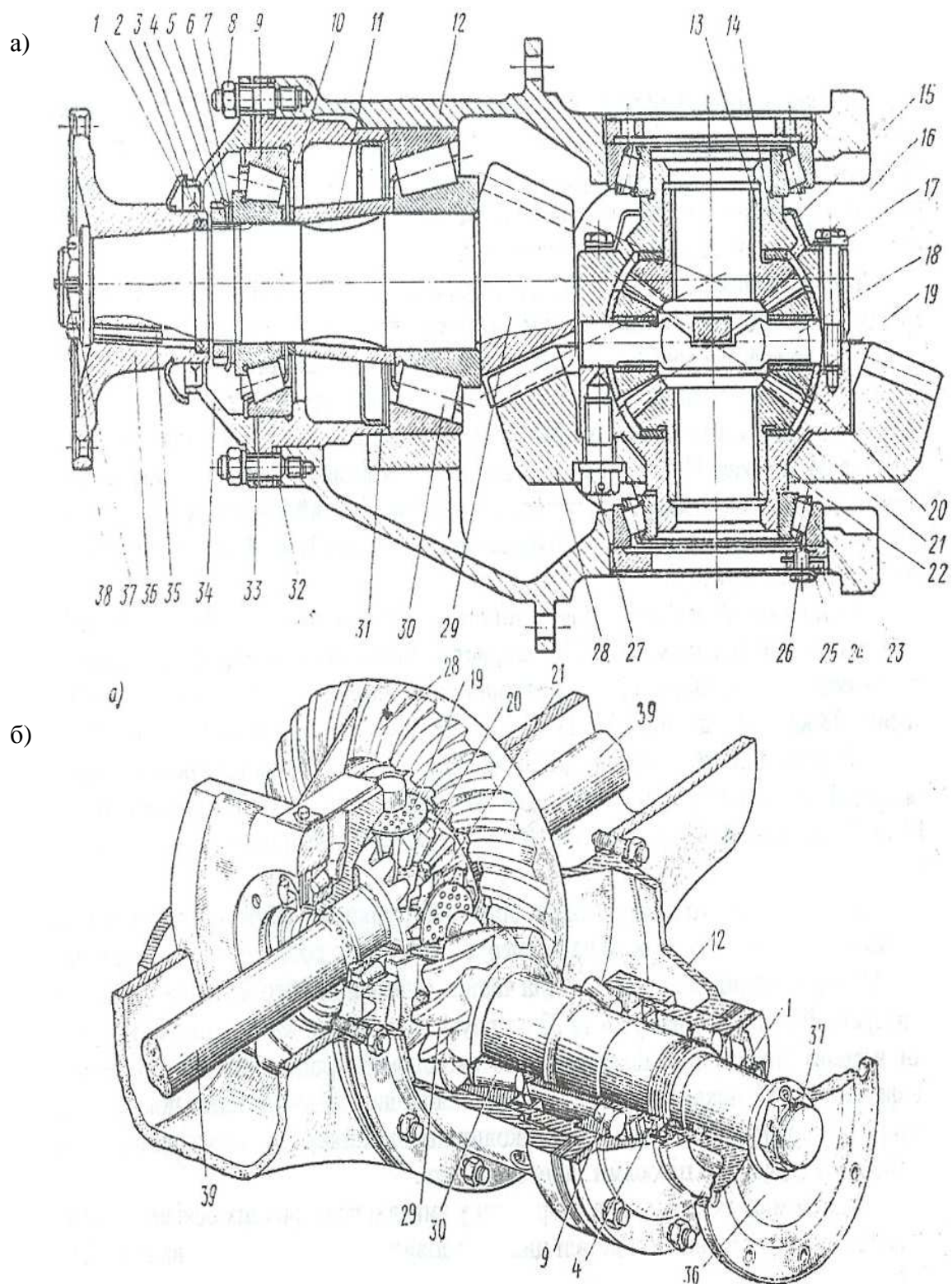


Рис. 2.3 – Центральний редуктор:

а) – поздовжній розріз; б) – загальний вигляд;

1 – сальник; 2 – ущільнювальне кільце; 3 – кільце; 4, 8, 37 – гайки; 5 – стопорна шайба; 6, 25 – шайби; 7 – шпилька; 9, 30 – конічні роликові підшипники; 10 – регулювальні шайби; 11 – розпірна втулка; 12 – картер редуктора; 13, 21 – півосьові шестерні; 14, 22 – чашки диференціального механізму; 15 – мастиловідбивач; 16, 27 – болти; 17 – стопорна пластина; 18 – півхрестовина; 19 – прокладка; 20 – сателітові шестерні; 23 – роликовий підшипник; 24 – регулювальні гайки; 26 – стопорний болт; 28 – ведена шестірня; 29 – ведуча шестірня; 31 – стакан; 32 – регулювальні прокладки; 33 – ущільнювальна прокладка; 34 – кришка; 35 – шпонка; 36 – ведучий фланець; 38 – шплінт; 39 – півосі

На конічний частині вала ведучої шестерні за допомогою шпонки 35 кріплять ведучий фланець 36. Усі деталі, щовстановлені на валу ведучої шестірні, стягують корончатою гайкою 37, яку закріплюють шплінтом 38. Ведену конічну шестірню 28 кріплять до лівої чашки 28 диференціального механізму болтами 27.

Диференціальний механізм дозволяє ведучим колесам на поворотах обертатись з різними швидкостями. Він складається з двох конічних півосьових шестірень 13 та 21, двох осей півхрестовини 18 з чотирма конічними шестірнями – сателітами 20.

В отвори сателітів запресовані бронзові втулки, які служать підшипниками ковзання. Сателіти надівають на дві перпендикулярно розташовані осі півхрестовин 18, кінці котрих входять до гнізд чашок диференціального механізму. Чашки диференціального механізму 14 та 22 стягнуті болтами 16. Між чашками і сателітами, а також півосьовими шестірнями встановлюють бронзові прокладки. Чашки диференціального механізму з веденою конічною шестірнею встановлюють в картер редуктора на двох конічних роликів підшипниках 23. Півосьові шестірні шліцами з'єднують з півосями заднього моста.

Задній міст також можна зобразити у вигляді розгорнутих ескізних схем складових його частин. Усі деталі цих складових частин зображені на рис. 2.4 – 2.8.

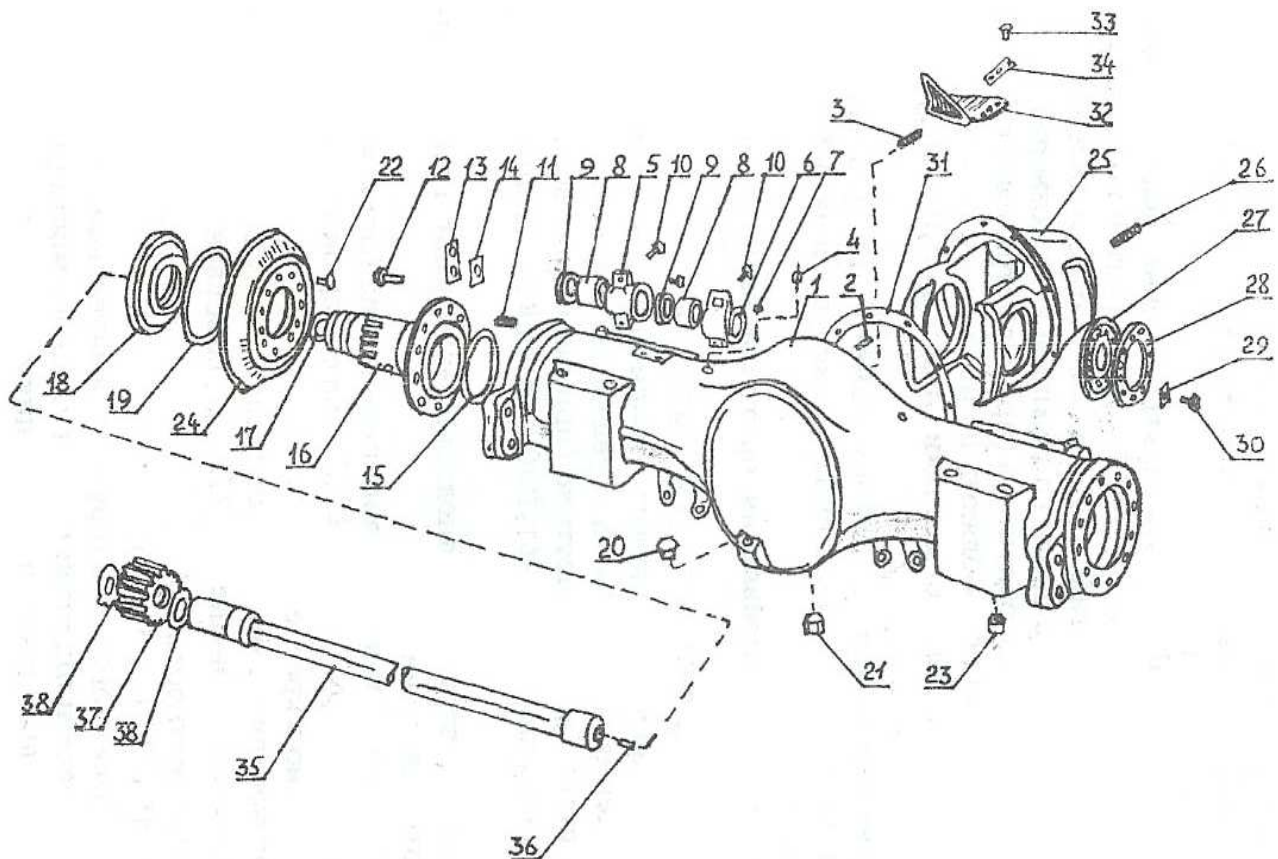


Рис. 2.4 – Задній міст:

- 1 – картер редуктора; 2, 3, 36 – пальці упорні; 4 – сапун; 5, 6 – опори розтискного кулака;  
 7, 10, 12, 22, 30, 33 – болти; 8 – втулка підшипника розтискного кулака;  
 9, 15 – ущільнювальні кільця; 11 – штифт циліндричний; 13, 14 – стопорні планки;  
 16 – цапфа поворотна; 17 – сальник із сталеву обіймою; 18 – кільце; 19 – прокладка;  
 20 – пробка заливна; 21 – пробка зливна; 23 – гайка; 24, 32 – мастиловідбійний щиток;  
 25 – кожух центрального редуктора; 26 – шпилька; 27 – регулювальна шайба; 31 – прокладка  
 ущільнювальна; 35 – задня піввісь; 37 – сонячна шестірня; 28, 38 – стопорні кільця

### ***Основні дефекти і вибракувальні ознаки деталей заднього моста***

#### ***Способи усунення дефектів***

*Балка заднього моста* (ст. 18ХСН ГОСТ 4543 –71) може мати такі дефекти:

- деформацію балки (стенд випрямлення балки);
- тріщини (вони є вибракувальною ознакою, якщо їх розмір складає більше 1/3 поперечного перерізу балки);
- порушення зварювальних швів (ліквідують електродуговим зварюванням, електрод  $d = 5$  мм, сила струму 210... 240 А при зворотній полярності);
- знос отвору під запресовку штифта (за діаметра отвору більше  $20^{+0,029}$  його зварюють і обробляють до номінального розміру);



- знос отвору під встановлення редуктора (за діаметра отвору більше  $277^{+0,100}$  його обварюють та обробляють до номінального розміру);
- знос отвору під палець гальмової колодки (за діаметра отвору більше  $38^{+0,040}$  вставляють втулку);
- знос отвору під встановлення цапфи (за діаметра отвору більше  $138^{+0,060}$  дефект ліквідують наплавленням з наступною обробкою до креслярського розміру);
- пошкодження і знос різі (наплавлення, проточка, нанесення різьби згідно з кресленням).

*Картер головної передачі* (сталь 25Л – 35Л ДСТ 977–75):

- тріщини та уламки, що не захоплюють отвори під підшипники (їх усувають наплавленням), інші є вибракувальною ознакою;
- знос отвору під стакан ведучої шестірні (за діаметра отвору більше  $181^{+0,10}_{-0,056}$  роблять наплавлення з наступною обробкою до креслярського розміру);
- знос посадочного діаметра під установлення підшипника диференціалу (відновлюють аналогічно);
- знос отвору кріплення картера головної передачі до балки заднього моста (за діаметра отвору більше  $10^{+0,050}_{-0,025}$  його зварюють, а потім свердлять отвір згідно з кресленням);
- знос посадочних поверхонь під установлення в балку заднього мосту (за діаметра поверхонь менше  $275_{-0,100}$ , їх обварюють і обробляють до номінального розміру).

*Поворотна цапфа* (сталь 45 ДСТ 1050–74):

- зломи й тріщини будь-якого характеру – це бракувальна ознака;
- знос посадочної поверхні під отвір в балці заднього моста (за діаметра більше  $138^{-0,100}$  ліквідують наплавленням або залізненням з подальшою обробкою до номінального розміру);
- знос посадочної поверхні під роликовий підшипник (за діаметра менше  $110^{-0,020}$  дефект усувають аналогічно);

– знос отвору під болти кріплення (за діаметра більше  $20^{+0,370}$  заварюють і свердлять до розміру за кресленням)

*Опора коронної шестірні* (сталь 30 ХМ ДСТ 4543–71):

– тріщини будь-якого характеру й розташування (за їх наявності – це бракувальна ознака);

– знос посадочної поверхні під підшипник (за діаметра менше  $110^{-0,040}$  ліквідують наплавленням або залізненням з подальшою обробкою до номінального розміру);

– знос отвору під поворотну цапфу (за діаметра більше  $86^{+0,050}$  ліквідують наплавленням з подальшою обробкою до номінального розміру або встановленням втулки);

– знос зубців, що знаходяться у зачепленні зубчатою розпірною втулкою (за розміру по вимірювальному ролику більше 112,80 мм бракують).

*Сателіт* (сталь 20 ХМА ДСТ 4543–71):

– тріщини й злами будь-якого розміру й розташування (їх наявність – бракувальна ознака);

– знос торців сателіта (за розміру менше 46,04 мм – бракувальна ознака);

– дрібна раковиста розсип на робочій поверхні: зубців (за наявності – бракувальна ознака).

*Сонячна шестірня* (сталь 20 ХМ ГОСТ 4543 – 71):

– злами, тріщини, викришування цементованого шару на зубцях – бракувальна ознака;

– знос зубців шліцевого евольвентного зачеплення (за розміру за вимірюваним роликом більше 47,1 мм – бракувальна ознака).

*Піввісь задня* (права, ліва) (сталь 35 ХМ ДСТ 4543–71):

– тріщини, сколи, злами – бракувальна ознака;

– знос евольвентних шліців за товщиною зуба (за розміру за вимірюваним роликом менше 56,770 мм – бракувальна ознака);

– знос упорних пальців (за діаметра менше  $108,9^{+0,050}$  – роблять заміну).

*Маточина колеса* (сталь 35 Л–1):

- тріщини, сколи, злами – бракувальна ознака;
- знос отворів у маточинах за діаметром підшипників (за діаметра більше  $200^{+0,030}$  застосовують наплавлення та обробку до номінального розміру);
- знос посадочного діаметра під сальник (за діаметра більше  $225^{+0,148}$  застосовують наплавлення з подальшою обробкою до номінального розміру);
- знос отворів у фланці під установлення шпильок колеса (за діаметра більше  $23^{+0,040}$  застосовують наплавлення);
- пошкодження різьби (усувають шляхом калібрування або заварювання та нарізки за робочим кресленням).

*Водило* (сталь 45Л–50Л ДСТ 977–75):

- тріщини й злами будь-якого розміру – бракувальна ознака;
- знос отворів водила під установлення кришки колісного редуктора (при збільшенні діаметра більше відповідно  $10,5^{+0,39}$ ,  $34^{+0,010}$ ,  $208^{+0,200}$  мм застосовують наплавлення та обробку до номінального розміру);
- знос поверхні під отвір у маточині колеса (при збільшенні діаметра менше  $260^{-0,080}$  застосовують наплавлення та обробку до номінального розміру);
- пошкодження різьби.

*Ведучий фланець* (сталь 45 ДСТ 1050–74):

- тріщини й злами будь-якого розміру – бракувальна ознака;
- порушення звареного шва, що кріпить пилозахисну пластину (усувають дефект зварюванням);
- деформація пилозахисної пружини;
- знос отвору під болт кріплення фланця (за діаметра більше  $12^{+0,240}$  застосовують наплавлення та обробку до номінального розміру);
- кільцева виробка від сальника (за виробки більше  $83^{-0,35}$  мм – бракувальна ознака);
- задирки та знос шпоночного паза (за розміру більше  $14^{+0,12}$  заварюють, повертають на  $180^\circ$  і фрезерують новий паз).



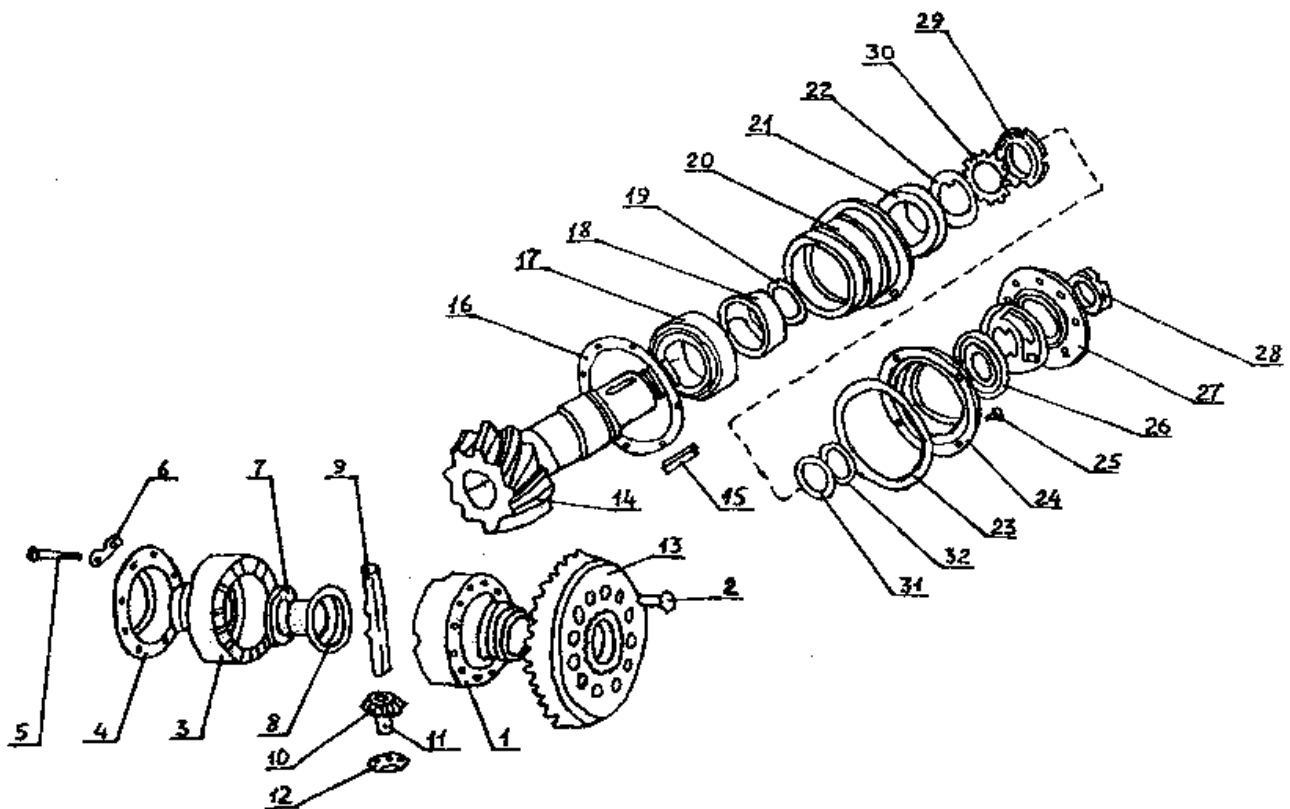


Рис. 2.5 – Картер головної передачі і диференціал у зборі:

- 1, 3 – чашки диференціала; 2 – стяжний болт; 4 – мастиловідбивач; 5, 25 – болт;  
 6 – стопорна пластина; 7 – проміжний диск; 8 – шестірня півосі; 9 – півхрестовина;  
 10 – сателіт; 11 – втулка; 12 – диск сателіта; 13 – ведена кінцева шестірня; 14 – ведуча кінцева шестірня; 15 – шпонка; 16 – прокладка регульовальна; 17, 21 – роликopідшипники кінцеві; 18 – розпірна втулка; 19 – регульовальні шайби; 20 – стакан; 22 – шайба з носиком;  
 23 – ущільнювальна прокладка; 24 – кришка; 26 – сальник; 27 – ведучий фланець;  
 28 – корончата гайка; 29 – гайка; 30 – стопорна шайба; 31 – шайба;  
 32 – ущільнювальне кільце

*Ведуча кінцева шестірня* (сталь 30 ХГТ ДСТ 4543–71):

- тріщини й злами будь-якого розміру – бракувальна ознака;
- викривування, забоїни, задирки на зовнішній поверхні і торцях зубців (за довжини окремих раковин більше 2 мм і глибини більше 1 мм – бракувальна ознака);
- знос шийки під посадку підшипників 7328 та 7314 (за діаметра менше відповідно  $80^{+0,603}$  та  $70^{+0,003}$  застосовують наплавлення або залізнення з подальшою обробкою до номінального розміру);
- знос посадкової поверхні під ущільнювальне кільце (за діаметра менше 61,820 застосовують залізнення або хромування з подальшою обробкою);
- знос шпоночної канавки за шириною.

*Ведена шестірня диференціала* (сталь 20 Х2НУА ДСТ 4543–71):

– тріщини й злами, викришування цементованого шару, викришування на торцях зубців – бракувальна ознака;

– знос отвору під чашку першого диференціала (при збільшенні діаметра понад  $95^{+0,040}$  застосовують наплавлення в середовищі захисного газу або залізнення з подальшою механічною обробкою);

– знос зубців за товщиною (при збільшенні бокового зазору більше 0,24 мм – бракувальна ознака), в іншому випадку роблять прикатку під шестірні на спеціальному верстаті прикатки пар.

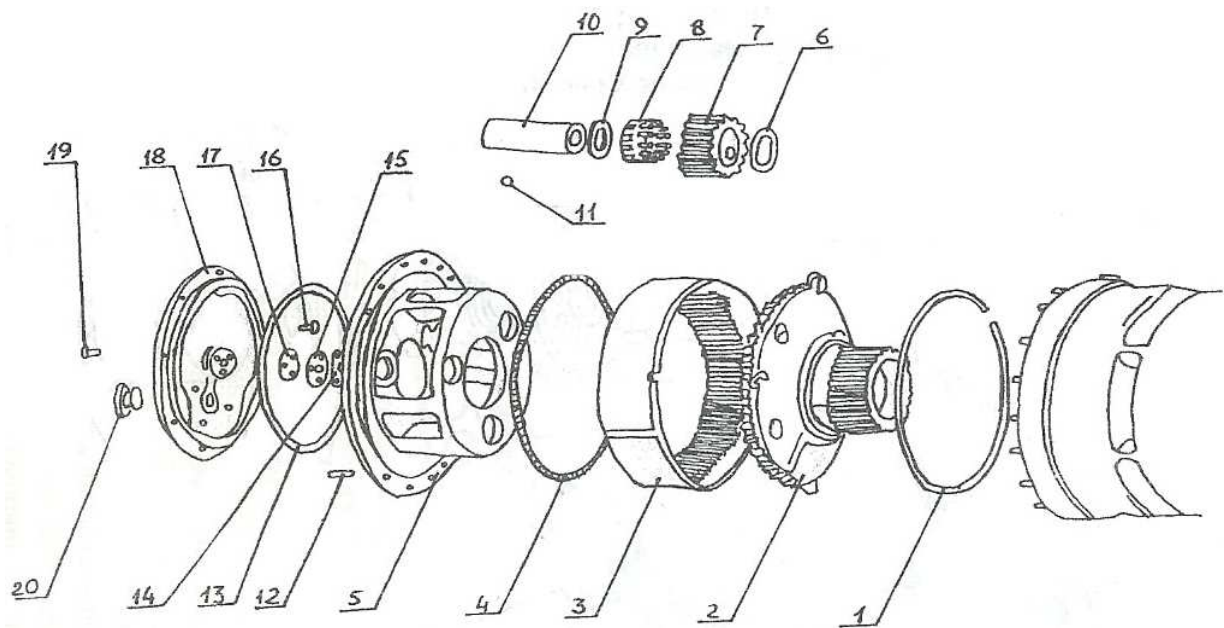


Рис. 2.6 – Планетарний механізм колісного редуктора:

- 1 – стопорне кільце; 2 – опора корончатої шестерні; 3 – коронна шестірня;  
4 – ущільнювальне кільце; 5 – водило; 6 – регулювальна шайба; 7 – сателіт; 8 – підшипник;  
9 – кільце розпірне; 10 – вісь сателіта; 11 – сталева кулька; 12 – палець упорний;  
13 – розпірне кільце; 14 – планка стопорна; 15 – плита ударна; 16 – гвинт установочний;  
17 – прокладка регулювальна; 18 – кришка; 19 – болт; 20 – заглушка

*Шестірня велика регулювальна* (сталь 20 ХГА ДСТ 4543–71):

– тріщини й злами, викришування цементованого шару на зубцях – бракувальна ознака;

сколювання, викришування на торцях зубців (при сколюванні більше 2 мм – бракувальна ознака);

– знос зубців шестерні (за розміру більше 9 мм на максимальному діаметрі,

тобто на вимірюваній висоті 5,11 мм – бракувальна ознака); знос зубців шліцьового евольвентного зачеплення (за шаблону на розмір більше 47,100 по роликах діаметром  $3,5^{+0,005}_{-0,005}$  – бракувальна ознака).

*Чашка першого диференціала* (сталь 45 ДСТ 1050–74):

- тріщини й злами – бракувальна ознака;
- нерівномірний знос торцевої поверхні під шайбу шестірні півосі (прочистити, поставити шайбу збільшеного розміру, обробити до ремонтного розміру; величина розміру більше 52,360 мм – бракувальна ознака);
- знос сферичної поверхні під диски сателіта (за діаметра більше 148,00 мм, який перевіряють за допомогою шаблону, сферичну поверхню проточують і ставлять диск ремонтного розміру);
- знос отворів під півхрестовину сателітів (перевіряють за допомогою пробки, за діаметра більше  $24^{+0,040}$  мм свердлять нові отвори, змістивши на  $45^\circ$  по відношенню до старих, старі заварюють);
- знос отворів під шийку великої регулювальної шестірні (за діаметра понад  $66^{+0,60}$  мм застосовують розточку отворів з подальшим установленням втулки, а також застосовують наплавлення й розточку);
- знос шийки під підшипник № 7216 (за діаметра менше 80,0 мм застосовують наплавлення або залізнення з подальшою обробкою);
- пошкодження різьби під стяжний болт з фланцем застосовують калібрування різьби; при зриві більше 2-х ниток – бракувальна ознака).

*Чашка другого диференціала* (сталь 45 ДСТ 1050–74):

(дефекти аналогічні, як для чашки першого диференціала).

*Півхрестовина* (сталь 50 ДСТ 1050–74):

- тріщини будь-якого характеру – це вибраковочна ознака;
- знос поверхні шипа (за діаметра менше 23,980 мм застосовують наплавлення в середовищі вуглекислого газу з подальшою обробкою).



1 – маточина колеса; 2 – болт; 3, 17, 19 – планка стопорна; 4 – шпилька колеса;  
5, 18 – гвинт установочний; 6 – гайка колеса; 7 – шпилька; 8 – стопорна пластина;  
9 – кільце направляюче; 10 – розпірна втулка; 11, 15 – роликовий підшипник;  
12 – сальник маточини; 13 – пробка; 14 – шайба регулювальна; 16 – гайка півосі

*Гальмовий барабан* (СЧ 13–36; СЧ 21–40 ДСТ 1412–85):

- тріщини – бракувальна ознака;
- знос отворів під шпильки кріплення гальмового барабана до маточини (за розміру понад 24,0 мм – бракувальна ознака);
- знос робочої поверхні гальмового барабана за діаметром (за діаметра понад 425 мм – бракувальна ознака);
- знос отвору під маточину колеса (за діаметра понад  $298^{+0,082}$  мм застосовують наплавлення та механічну обробку до номінального розміру).

*Гальмова колодка* (сталь 25 ДСТ 1050–74):

- тріщини, злами – бракувальна ознака;
- порушення зварних швів (за наявності дефекту, використовують електродугове зварювання з подальшою обробкою);
- знос отвору під ролик (за розміру отвору більше  $20^{+0,50}$  мм застосовують наплавлення в середовищі вуглекислого газу з подальшою обробкою);
- деформація колодки (визначають за допомогою шаблона  $P_{ш} = 191$  мм).

*Розтискний кулак (сталі 45 ДСТ 1050–74):*

- тріщини – бракувальна ознака;
- задири, забоїни на поверхні шийок розтискного кулака (за діаметра менше  $42_{-0,35}$  шліфують під ремонтний розмір);
- знос шпоночної канавки (при збільшенні розміру менше  $8^{+0,07}$  застосовують наплавлення під шаром флюсу з подальшою обробкою до номінального розміру).

*Палець гальмової колодки (сталі 45 ДСТ 1050–74):*

- тріщини – бракувальна ознака;
- пошкодження різьби (при зриві більше 2-х ниток різьби – бракувальна ознака);
- пошкодження мідного покриття (за діаметра менше  $38_{-0,04}^{+0,009}$  мм застосовують міднення на глибину  $5 \div 10$  мм).

*Підшипник розтиснутого кулака (сталі 35 Л ДСТ 1050–74):*

- тріщини, злами – бракувальна ознака;
- пошкодження різьби під установлення прес–маслянки, під установочний гвинт (при зриві більше 2-х ниток її заварюють, нарізають нову різьбу);
- знос отворів під встановлення сальників (з 2-х боків) (за розміру отворів понад  $52_{-0,100}^{+0,460}$  заварюють та застосовують необхідну обробку);
- знос отворів під кріплення кронштейну до балки заднього моста (дозволяється овальність отвору до 13,5 мм, за овальності понад 13,5 мм – використовують зварювання з наступною обробкою до номінального розміру).

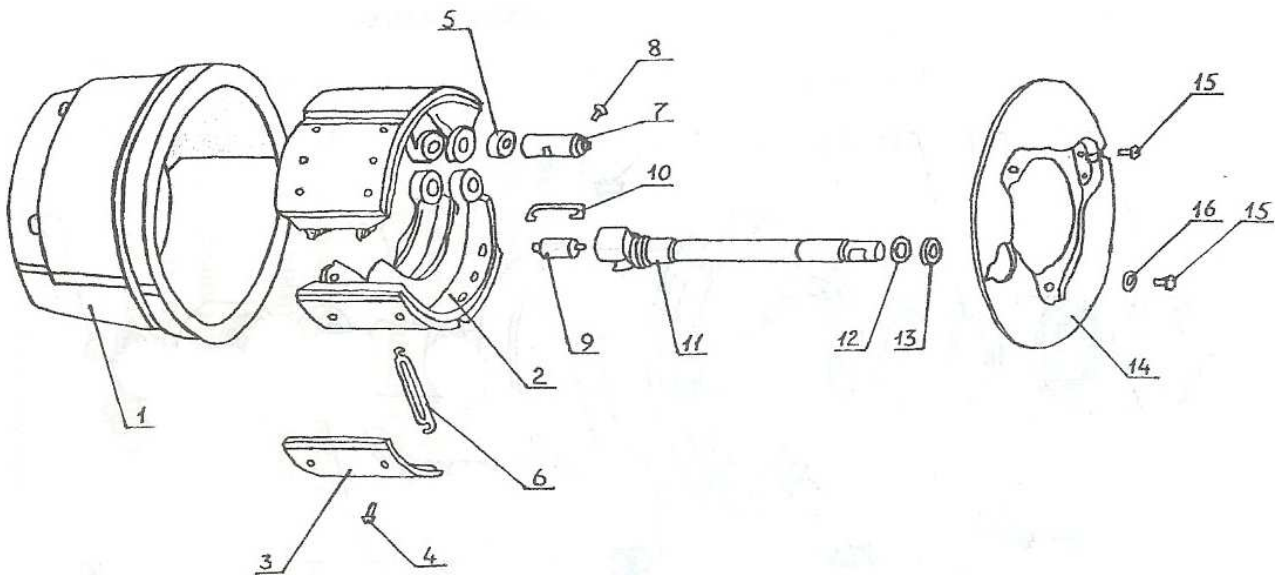


Рис. 2.8 – Гальма:

1 – гальмовий барабан; 2 – гальмові колодки; 3 – гальмові накладки; 4 – заклепка;  
 5 – втулка; 6 – стяжна пружина; 7 – вісь гальмової колодки; 8 – стопорний болт; 9 – ролик;  
 10 – стопор ролика; 11 – розтискний кулак; 12 – розпірне кільце; 13 – прокладка;  
 14 – щит гальма; 15 – болти; 16 – шайба

*Щит гальма* (лист В2.0 ДСТ 19903–74/42.0 ДСТ 16523–70):

- деформація – рихтувати (якщо рихтувати неможливо, то це бракувальна ознака);
- знос отвору кріплення щита (допускається овальність до 13 мм; за більшого розміру – бракувальна ознака);
- тріщини – бракувальна ознака;
- місцева, наскрізна незначна за площиною корозія щитка (приварювання латки із зовнішньої сторони, механічна обробка; при значній за площиною корозії щита – бракувальна ознака).

### ***Випробування заднього (ведучого) моста тролейбуса***

Після збирання заднього (ведучого) моста тролейбуса його випробовують на спеціальному стенді з метою припрацювання спряжених деталей, перевірки на нагрівання підшипникових вузлів і зубчастих зчеплень, перевірки взаємодії складальних одиниць, герметичності мастильних систем.

Випробування проводять за такою програмою:

- режим роботи – сталий режим неробочого ходу при частоті обертання  $n$  – електродвигуна стенду 400, 700, 900, 1200  $\text{хв}^{-1}$ ;
- сумарна тривалість припрацювання спряжених деталей на всіх швидкісних режимах  $\tau$ ,  $\text{хв}^{-1}$  повинна дорівнювати не менше однієї години;
- тривалість припрацювання гальмових колодок при частоті обертання двигуна стенда 400  $\text{хв}^{-1}$  повинна бути не менше 5 хвилин;
- вимірювання температури мастила в центральному редукторі  $t_{\text{мц}}$   $^{\circ}\text{C}$  та в колісному редукторі –  $t_{\text{мк}}$   $^{\circ}\text{C}$ , яка не повинна перевищувати  $60^{\circ}\text{C}$ ;
- вимірювання температури підшипникових вузлів  $t_{\text{п}}$   $^{\circ}\text{C}$  та зубчастих зчеплень  $t_{\text{з}}$   $^{\circ}\text{C}$ , значення якої не повинно перевищувати температуру навколишнього середовища  $t_0$   $^{\circ}\text{C}$  більш ніж на  $70^{\circ}\text{C}$ ;
- розрахунок енергетичних втрат в електродвигуні стенда та його аналіз;
- після закінчення випробувань роблять перевірку якості зачеплення шестерень у редукторах заднього моста шляхом визначення плями контакту, котра повинна бути за висотою зубців не менше 60 %, а за довжиною – менше 50 %.

На рис. 2.9 показаний стенд для випробування заднього моста тролейбуса після ремонту згідно з вищевикладеною програмою. На підставці 1 закріплений задній міст тролейбуса 2 обертається за допомогою електродвигуна постійного струму 4 та карданного вала 3.

Встановлені під віссю заднього моста гальмові циліндри 5 дозволяють здійснити прироблення гальмових накладок. Стиснуте повітря до гальмових циліндрів надходить від батареї балонів 6, що установлена на рамі стенда під заднім мостом через гальмовий кран.

Вимірювання частоти обертання електродвигуна стенда здійснюють за допомогою тахометра, а вимірювання температури мастила в редукторах, підшипникових вузлах та зубчастих зчепленнях – за допомогою термопар.

Електроприводом стенда є двигун постійного струму типу ДК–259, що має змішане збудження.

Принципова електрична схема стенда випробування заднього моста тролейбуса аналогічна принциповій електричній схемі випробування колісної пари (рис 1.6).

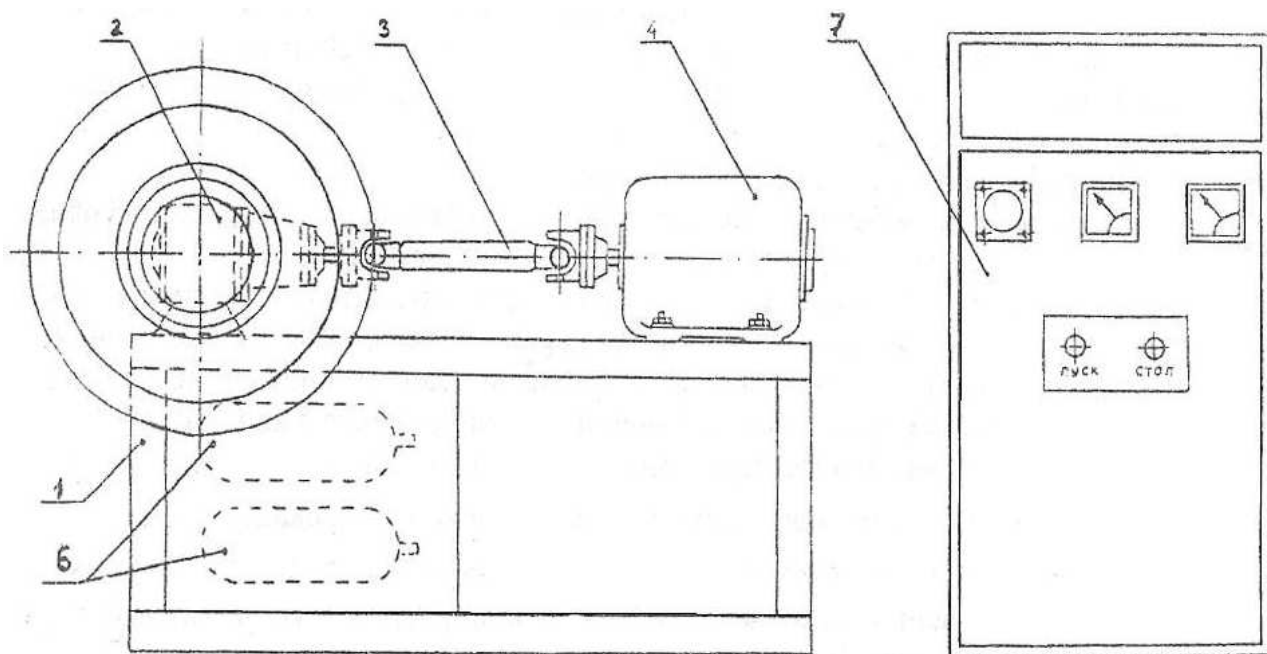


Рис. 2.9 – Схема стенда для випробування заднього моста тролейбуса:

- 1 – підставка; 2 – задній міст тролейбуса; 3 – карданний вал; 4 – електродвигун;  
5 – гальмові циліндри; 6 – батареї балонів; 7 – пульт керування

За результатами приладів (амперметрів і вольтметрів), підключених до схеми електродвигуна, розраховують енергетичні витрати, а їх результати аналізують.

### ***Розробка технологічного процесу відновлення деталей за маршрутною технологією***

Методика розробки технологічного процесу відновлення деталей за маршрутною технологією аналогічна методиці розробки технологічного процесу відновлення деталей за подефектною технологією, викладеною в лабораторній роботі №1 та в роботі [2]. Відрізняються вони лише схемою технологічного процесу відновлення деталі.

Схема технологічного процесу відновлення деталей за маршрутною технологією зображена у вигляді таблиці. Методика і зразок її заповнення викладені в роботі [3].



Технологічні документи, такі як: маршрутна картка (МК), картка ескізів (КЕ), операційна карта (ОК), розробляють згідно з ДСТ 3.1104–81.

Приклад розробки технологічного процесу відновлення деталей за маршрутною технологією і вимоги до заповнення карт викладені в роботах [6,7].

### ***Технологічна інструкція на виконання лабораторної роботи:***

1. У ході самостійного вивчення лекційного матеріалу та рекомендованої літератури необхідно:

- пригадати призначення та будову заднього моста тролейбуса;
- з'ясувати конструктивні особливості основних його деталей;
- вивчити технологічний процес розбирання та складання;
- вивчити можливі дефекти основних його деталей, граничні значення їх зносів та бракувальні ознаки, а також можливі способи усунення цих дефектів;
- основні дефекти деталей, граничні їх значення; можливі способи усунення цих дефектів занести до табл. 2.1;
- для однієї з основних деталей заднього моста після погодження з викладачем за методикою, викладеною в роботі [6] та в лабораторній роботі №1, накреслити табл. 2.2, що призначена для розробки схем технологічного процесу відновлення деталі заднього моста тролейбуса за маршрутною технологією;
- з'ясувати, які основні технологічні документи розробляють при відновленні деталей за маршрутною технологією;
- накреслити заголовні й наступні листи таких технологічних документів, як КЕ, МК, ОК у вигляді таблиць згідно з вимогами, викладеними в роботах [6–8];
- вивчити програму випробування заднього моста тролейбуса після ремонту, накреслити принципову схему випробувального стенда (рис.2.9) та принципову електричну схему стенда (рис. 1.6), а також накреслити таблицю результатів випробування у вигляді табл. 2.3.

2. Викладачу перевірити готовність студентів до виконання лабораторної роботи.

3. Виконання лабораторної роботи проводити в такій послідовності:

- навчальну групу поділити на бригади, для кожної з яких викладач визна-

чає одну з основних деталей заднього моста для розробки технологічного процесу її відновлення (усунення не менше двох дефектів);

- уточнити й доповнити вихідні дані, одержані під час домашнього пророблення;

- розробити схему технологічного процесу відновлення деталі за маршрутною технологією і заповнити табл. 2.2;

- розробити карти ескізів, маршрутну й операційну карти;

- провести під безпосереднім керівництвом викладача випробування заднього моста тролейбуса. Результати випробування занести до табл. 2.3;

- організаційно–технічне обслуговування робочого місця складається з збирання черговим всієї документації, яку надає представник кафедри, і розташування деталей, визначених для відновлення, на відведені їм місця.

4. Кожний студент оформляє звіт щодо лабораторної роботи і самостійно захищає його. При цьому він повинен вміти обґрунтовувати прийняте технологічне рішення, знати основні правила розробки технологічного процесу відновлення деталей і оформлення нормативно–технологічних документів. Крім того, він повинен знати технологічні процеси розбирання, складання та випробування заднього моста тролейбуса.

Таблиця 2.1 – Основні дефекти деталей заднього моста тролейбуса

№ з/п	Найменування деталі та її бракувальні ознаки	Можливі дефекти	Граничні значення дефекту	Існуючі засоби усунення дефекту
1	2	3	4	5

Таблиця 2.2 – Схема технологічного процесу відновлення деталі за маршрутною технологією

Найменування операції та складу переходів	Обладнання та інструмент	База і спосіб закріплення	Технічні вимоги
1	2	3	4

Таблиця 2.3 – Результати випробування заднього моста тролейбуса

№ з/п	Режим випробування	Вимірювальні величини									
		$\tau$ , хв	$t_m$ , °C	$t_n$ , °C	$t_z$ , °C	$U_{сп}$ , В	$I_{сп}$ , А	$U_{ш}$ , В	$I_{ш}$ , А	$U_{я}$ , В	$I_{я}$ , А
1	Режим неробочого ходу при обертанні ЕД за годинниковою стрілкою з частотою обертання $n$ , $хв^{-1}$										
2	Режим неробочого ходу при обертанні ЕД проти годинникової стрілки з частотою обертання $n$ , $хв^{-1}$										

### **Контрольні запитання**

1. Викладіть будову маточини колеса заднього моста тролейбуса,
2. Викладіть будову колісного редуктора заднього моста тролейбуса.
3. Викладіть будову центрального редуктора заднього моста тролейбуса.
4. Назвіть основні деталі маточини заднього моста тролейбуса, характерні їх дефекти та способи усунення.
5. Назвіть основні деталі колісного й центрального редуктора, їх дефекти, способи усунення.
6. Викладіть методику розробки технологічного процесу відновлення деталей за маршрутною технологією.
7. Викладіть сутність технологічних процесів розбирання, складання та випробування заднього моста.

### **Лабораторна робота № 3**

#### *Ремонт гідропідсилювача руля тролейбуса з розробкою технологічного процесу його розбирання*

##### **Мета роботи**

1. Закріпити теоретичні знання з технології ремонту гідропідсилювача руля.
2. Набути практичні навички з питань організації ремонту гідропідсилювача руля.
3. Сформувати практичні навички з розробки технологічного процесу розбирання гідропідсилювача руля.
4. Ознайомитись з методикою регулювання зазорів у кульових пальцях гідропідсилювача руля.
5. Ознайомитись з методикою випробовування гідропідсилювача руля.

##### **Зміст роботи**

1. Вивчення технологічних процесів розбирання та складання гідропідсилювача руля.
2. Вивчення можливих дефектів деталей гідропідсилювача руля і способів їх усунення.
3. Розробка технологічного процесу розбирання гідропідсилювача руля.
4. Ознайомлення з методикою регулювання зазорів у кульових пальцях.
5. Ознайомлення з методикою випробовування гідропідсилювача руля після ремонту.

##### **Оснащення лабораторної роботи**

Лабораторна робота оснащена таким обладнанням:

- лабораторний стіл;
- прилад для встановлення деталей у центрах ПБМ 500;
- різьбова калібр–пробка М11–6Н;
- штангенциркуль ШЦ–11–250–0,05 (ДСТ 166–80);
- штангензубомір;
- мікрометр;

- мікроскопічна скоба;
- лупа;
- індикатор–нутромір;
- деталі гідропідсилювача руля;
- стенд для випробовування гідропідсилювача руля після ремонту;
- керівництво з капітального ремонту агрегатів гідросистеми.

### ***Загальні поняття***

Гідравлічна система тролейбуса є складовою частиною його рульового керування, що являє собою сукупність механізмів, які забезпечують необхідний поворот передніх (керованих) коліс при зміні напрямку руху.

Гідравлічна система призначена для зниження величини фізичного зусилля, яке прикладає водій до рульового колеса, і таким чином підвищує безпеку руху. Як видно з рис. 3.1, гідравлічна система, наприклад, тролейбуса ЗіУ–9Б складається з гідропідсилювача руля 9, мастильного насоса лопатевого типу з бачком 1, електродвигуна 2 та гумових шлангів 8. На тролейбусах ПМЗ Т1, ПМЗ Т2 насос з бачком і електродвигуном називають маслостанцією.

Гідропідсилювач руля тролейбуса ЗіУ–9Б має такі технічні дані:

- хід золотника – 4 мм;
- діаметр силового циліндра – 67,5 мм;
- хід штока силового циліндра – 304 мм;
- діаметр штока –  $25^{+0,025}_{-0,085}$  мм;
- об'єм – 1090 см<sup>3</sup>.

Він складається з розподільника (у зборі) і силового циліндра (у зборі), які змонтовані разом. Розподільник гідропідсилювача (рис. 3.2) складається з таких основних деталей: корпусу золотника у зборі 1; золотника 3; стакану кульового пальця 8; корпусу шарнірів у зборі 4; кульових пальців 7 і 9, обмежувача ходу пружини.

Розподільник регулює потік рідини, що надходить від насоса гідросистеми до силового циліндра 19 залежно від положення руля. Силовий циліндр, у свою чергу, передає тиск рідини через гідропідсилювач 11 (рис. 3.1), поздовжню ру-

льову тягу 12 і двоплечий важіль 13 на ліву 14 й праву 15 поперечні тяги (поперечну рульову трапецію).

Силовий циліндр включає в себе: поршень 20 (у зборі) зі штоком 18; передню 13 та задню кришку (у зборі) 16 силового циліндра, гумові ущільнювальні кільця 15.

На рис. 3.3 гідропідсилювач руля зображений у вигляді розгорнутої ескізної схеми всіх складових його деталей: 1 – шплінт 4x40; 2 – гайка М18; 3 – палець кульовий; 4 – сухар кульового пальця; 5 – пружина сухаря; 6 – пробка обмежувальна; 7 – гвинт М5x10; 8 – корпус шарнірів; 9, 65 – прес-маслянки; 10 – трубка зливна; 14 – шайба Ø8; 15 – стакан кульового пальця; 16 – болт М8x25; 17 – обмежувач ходу пружини; 18 – палець кульовий; 19 – ущільнювач кульового пальця; 20 – хомут кріплення ущільнювача; 21 – гвинт М6x40; 22 – гайка М6; 23, 24 – пробка; 25, 51 – болт спеціальний; 26, 27 – кільце ущільнювальне; 28 – фіксатор сухарів; 29 – сухар кульового пальця; 30 – болт регулювальний; 31 – гвинт М5x12; 32 – пробка обмежувальна; 33 – кільце ущільнювальне; 34 – корпус золотника; 35 – золотник; 36 – гайка М6; 37 – кулька зворотного клапана; 38 – пружина зворотного клапана; 39, 40, 42, 75 – кільце ущільнювальне; 41 – шплінт 2x20; 43 – гайка М8; 44 – кришка силового циліндра; 45 – шайба М6; 46 – болт М6x16; 47 – ковпак захисний; 48 – болт М6x18; 49 – кільце штока ущільнювальне; 50 – кришка силового циліндра задня; 52 – трубка подачі зливу мастила; 53 – кільце стопорне; 54 – шток поршня; 55 – основа шарніра штока; 57 – палець задньої опори; 58 – шарнірний підшипник; 62 – поршень циліндра; 63 – гайка М18; 64 – кільце поршневе; 66 – циліндр гідропідсилювача; 67 – наконечник для кріплення гідрозливу; 68 – ніпель кріплення гідрозливу; 69 – тримач трубок; 70 – гайка М16; 71 – гайка М16; 72 – гайка М16; 73 – прокладка тримача; 74 – контргайка кришки підсилювача; 76 – трубка зливу масла; 77 – передня кришка циліндра; 78 – контргайка корпуса циліндра.

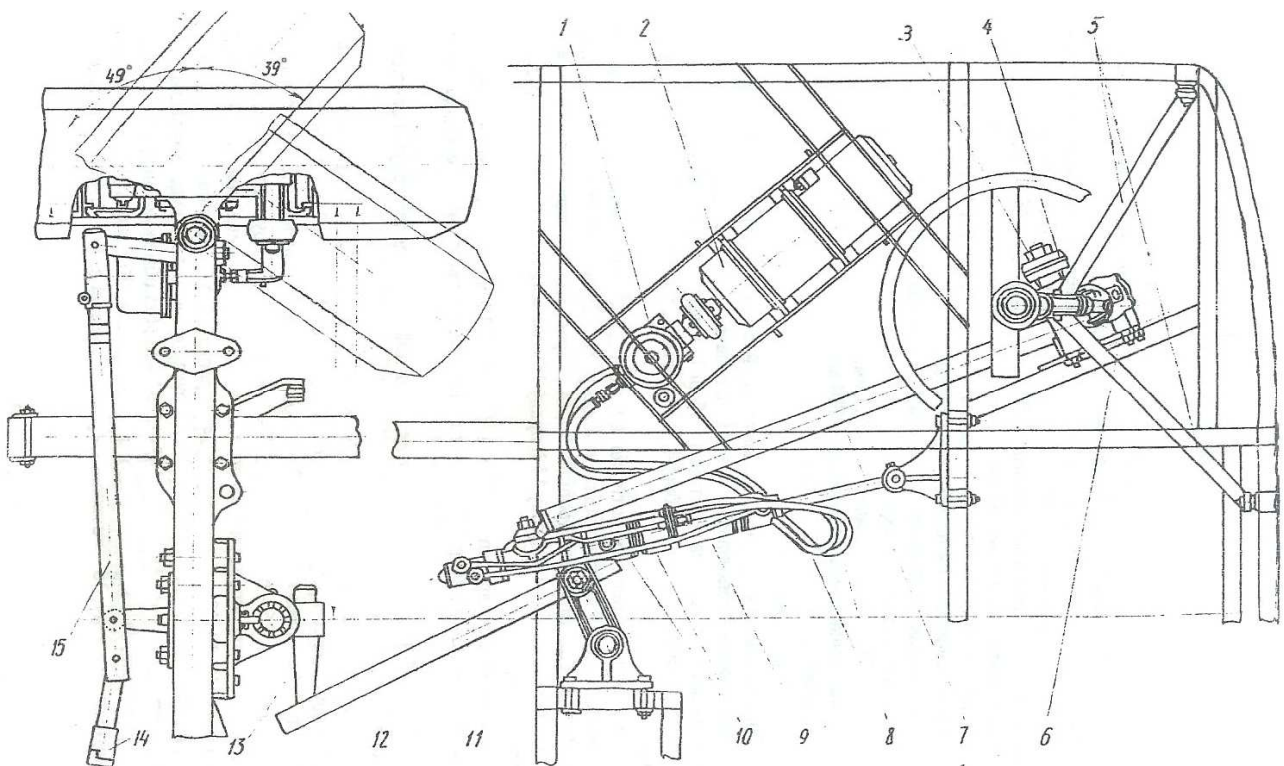


Рис. 3.1 – Загальний вигляд устрою рульового керування

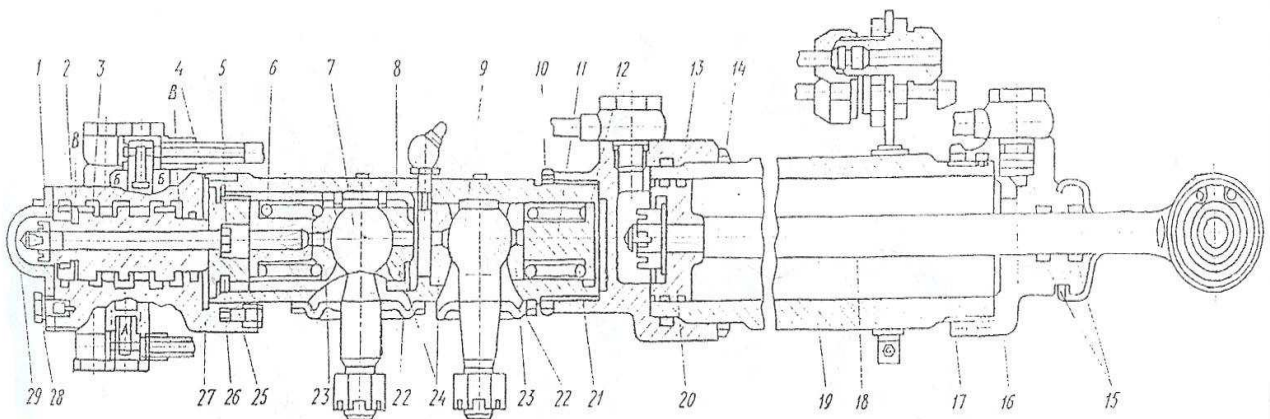


Рис. 3.2 – Гідропідсилювач рульового керування тролейбуса ЗіУ-9Б:

А – зливна порожнина; Б – нагнітальна порожнина; В – реактивна порожнина;

- 1 – гайка; 2 – запірне кільце; 3 – золотник; 4 – пробка обмежувальна; 5 – болт золотника;  
 6 – пружина; 7 – кульовий палець; 8 – стакан; 9 – палець поздовжньої рульової тяги;  
 10 – контргайка; 11 – пробка; 12 – стопорний гвинт; 13 – передня кришка; 14 – контргайка;  
 15 – ущільнювач; 16 – кришка; 17 – контргайка; 18 – шток; 19 – силовий циліндр;  
 20 – поршень; 21 – пружина; 22 – ущільнювач кульових пальців; 23, 24 – сухарі; 25 – болт;  
 26 – стопорний гвинт; 27 – корпус розподільника; 28 – болт; 29 – кришка



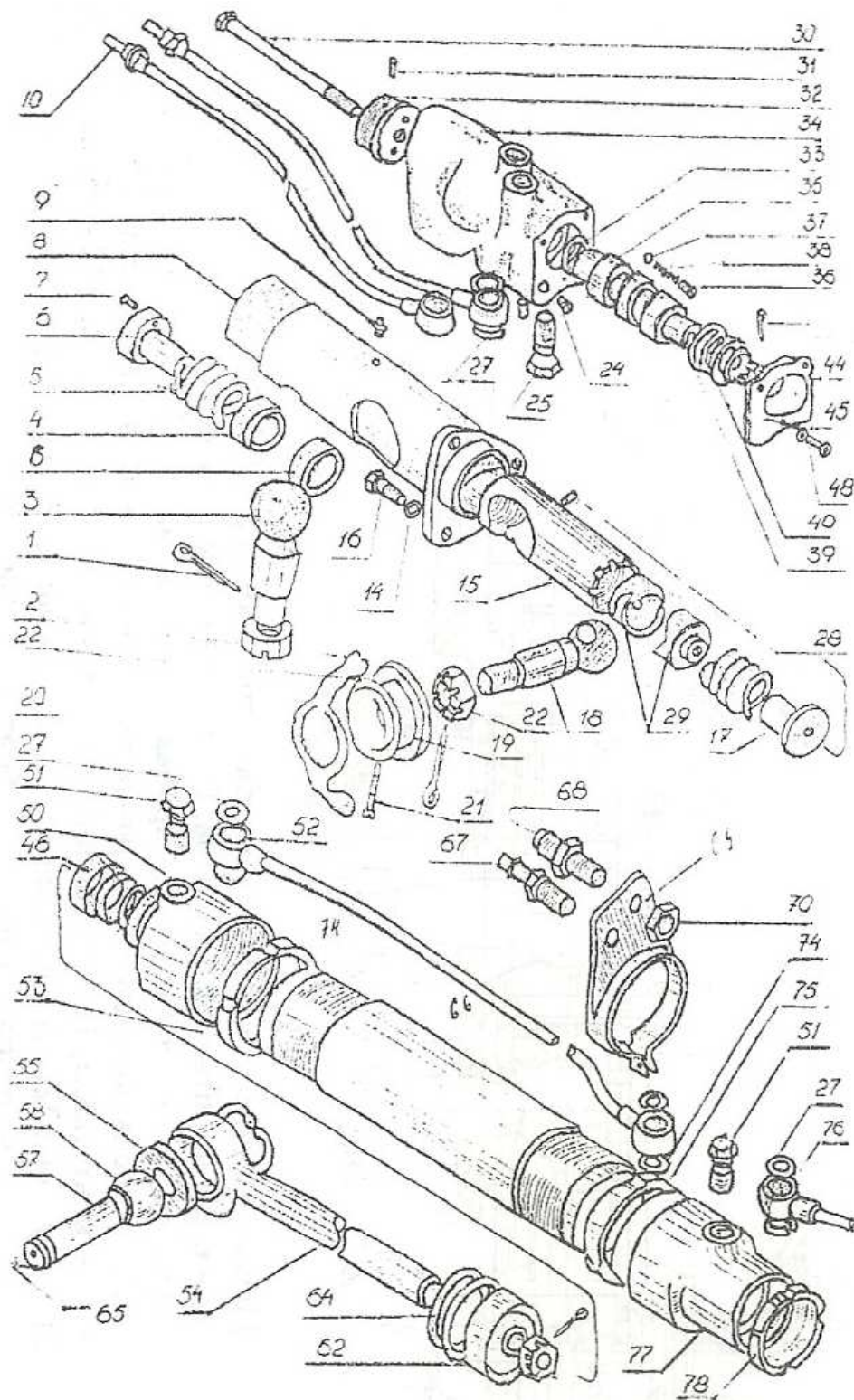


Рис. 3.3 – Ескізна схема деталей гідропідсилювача

Базовою деталлю розподільника руля є корпус шарнірів (рис, 3.4). Він може мати такі дефекти:

- тріщини на корпусі будь-якого розміру та розташування – бракувальна ознака;



- знос отвору під сухарі кульового пальця;
- знос посадочної поверхні під корпус золотника;
- знос або зрив різьби.

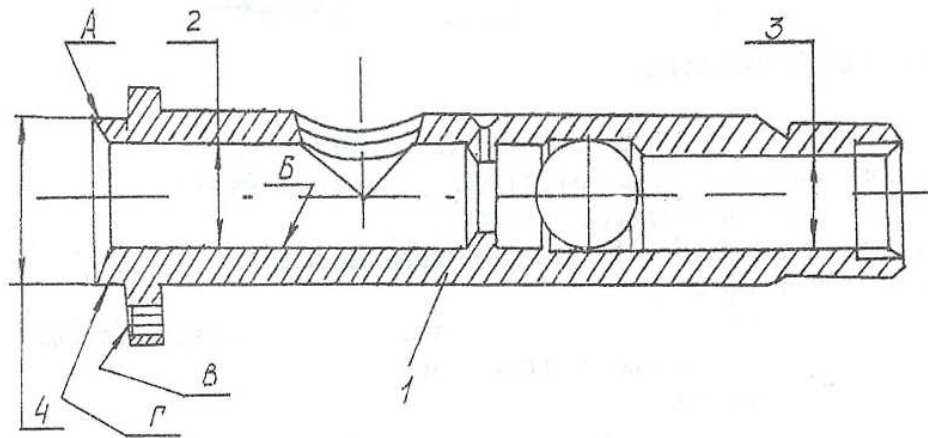


Рис. 3.4 – Корпус шарнірів

Корпус золотника (рис. 3.5), в свою чергу, може мати такі дефекти:

- тріщини та зломи будь-якого розміру – бракувальна ознака;
- знос робочої поверхні корпусу;
- знос робочої поверхні під задню шийку золотника.

Золотник гідропідсилювача (рис. 3.6) може мати такі дефекти:

- тріщини та зломи будь-якого розміру – бракувальна ознака;
- знос передньої направляючої шийки;
- знос робочої поверхні золотника;
- знос задньої направляючої шийки.

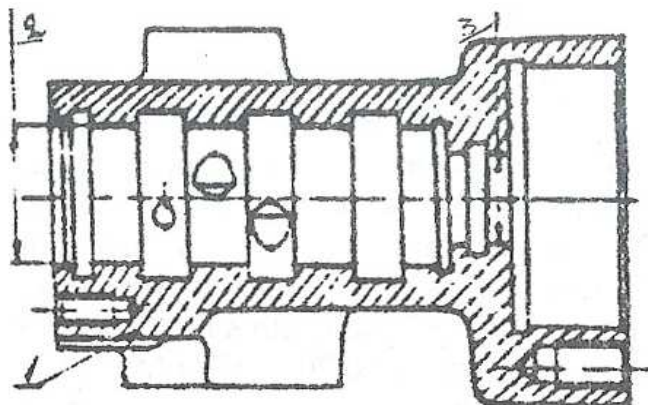


Рис. 3.5 – Корпус золотника

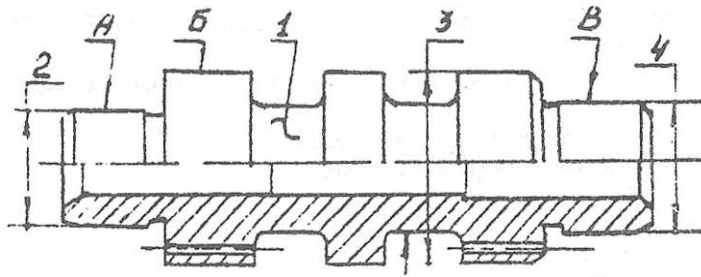


Рис. 3.6 – Золотник гідропідсилювача

Стакан кульового пальця може мати такі дефекти:

- тріщини та зломи будь-якого розміру – бракувальна ознака;
- риски, задири, знос робочої поверхні.

Базовою деталлю силового циліндра гідропідсилювача є циліндр (рис. 3.7), що може мати такі дефекти:

- тріщини будь-якого розміру та розташування – бракувальна ознака;
- риски, задири, знос робочої поверхні;
- зрив або знос різьби.

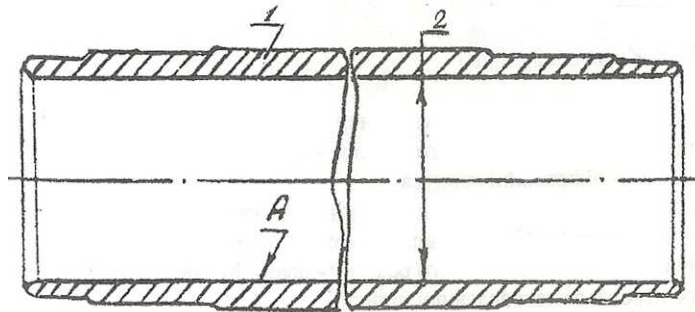


Рис. 3.7 – Циліндр гідропідсилювача

Шток поршня (рис. 3.8) може мати такі дефекти:

- тріщини на поверхні – бракувальна ознака;
- деформації, що супроводжується радіальним биттям більше 0,07 мм;
- знос робочої поверхні за діаметром;
- знос робочої поверхні під основу шарніра штока;
- зрив або знос різьби.

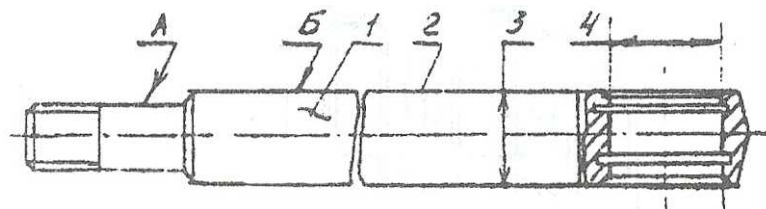


Рис. 3.8 – Шток поршня

Поршень циліндра (рис. 3.9) може мати такі дефекти:

- тріщини та зломи – бракувальна ознака;
- знос робочої поверхні поршня за зовнішнім діаметром;
- знос робочої поверхні під шток;
- знос канавок під поршневі кільця.

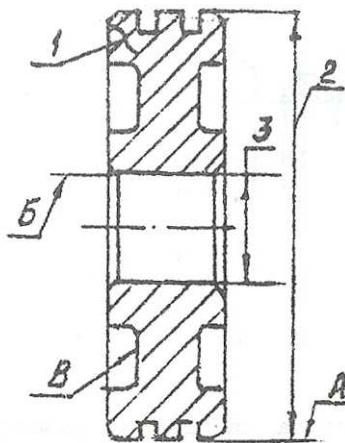


Рис. 3.9 – Поршень циліндра

Передня кришка силового циліндра (рис. 3.10) може мати такі дефекти:

- тріщини будь-якого розміру та розташування – бракувальна ознака;
- знос посадочної поверхні під циліндр;
- зрив або знос різьби.

Задня кришка силового циліндра (рис. 3.11) може мати такі дефекти:

- тріщини будь-якого розміру – бракувальна ознака;
- знос посадочної поверхні під циліндр;
- знос робочої поверхні за діаметром під шток поршня;
- зрив або знос різьби.

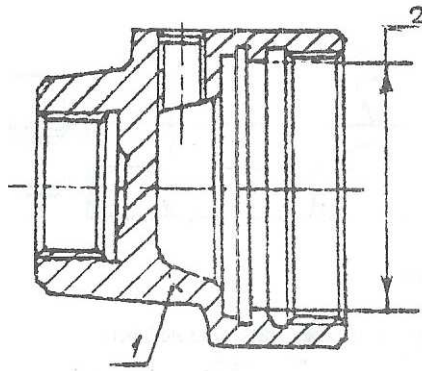


Рис. 3.10 – Передня кришка силового циліндра

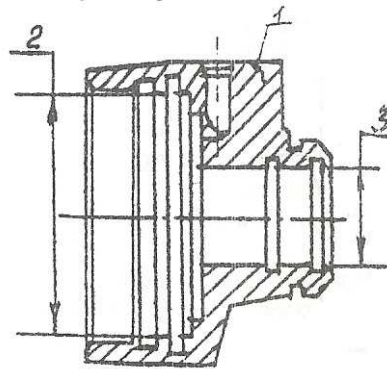


Рис. 3.11 – Задня кришка силового циліндра

### ***Регулювання зазорів у кульових пальцях гідروідсилювача руля***

У процесі експлуатації гідроідсилювача руля виникають зазори в кульових пальцях, що призводить до збільшення загального люфту рульового керування. Тому при технічному обслуговуванні, а також при збиранні гідроідсилювача величини зазорів у кульових пальцях підлягають регулюванню.

Згідно з технічними вимогами спочатку слід виконати регулювання зазору в шарнірі кріплення гідроідсилювача до важеля, а потім – регулювання зазору в шарнірі поздовжньої тяги.

Регулювання зазору в шарнірі кріплення гідроідсилювача до важеля виконують за такою технологічною послідовністю:

- зняти гідроідсилювач з тролейбуса;
- зняти трубопроводи, затиснути гідроідсилювач у лещата;
- послабити контрагайку 11 кріплення циліндра (рис 3.12, 3.13);
- викрутити корпус шарнірів з циліндра;

- закріпити корпус шарнірів у лещата, послабити стопорний гвинт 13 пробки 12;

- спеціальним ключем закрутити пробку 12 до упора, потім відпустити її приблизно на 30%, після чого надійно затягнути до кінця і відкрити до положенні що дозволяє під'єднати трубопроводи.

Регулювання зазора в шарнірі поздовжньої тяги виконують за такою технологічною послідовністю:

- зняти трубопроводи, затиснути гідропідсилювач у лещата;
- відкрити болти 18 (рис. 3.12) і зняти кришку 1 корпуса;
- розшплінтувати і відвернути гайку 2;
- зняти запірне кільце 3 і золотник 4;
- відкрити болти кріплення 16 корпусу золотника і зняти корпус;
- відкрити стопорний гвинт;
- закрутити пробку 6 до упора і відкрити назад до збігу отвору під гвинт 7 з найближчим прорізом стакана 8;
- закрутити стопорний гвинт до упора, при цьому гвинт повинен виступати з пробки на  $2 \div 2.5$  мм;
- встановити та закріпити корпус золотника;
- вставити золотник 4 в гніздо корпуса, поставити запорне кільце 3, затягнути гайку 2 і зашплінтувати її;
- встановити й закріпити кришку 1;
- встановити на місце трубопроводи;
- встановити гідропідсилювач на тролейбус.

### ***Випробування гідропідсилювача руля***

Після збирання гідропідсилювач підлягає приймально–здавальним випробуванням. Їх проводять згідно з ДСТ 18464–87. При цьому перевіряють: функціонування, міцність гідроциліндра, зовнішню герметичність, витікання масла через ущільнення штока, технічні дані золотника, такі як: повний та неробочий ходи, витікання масла на зливі при його переміщенні.

Випробування проводять на стендах, що атестовані згідно з ДСТ 24555.

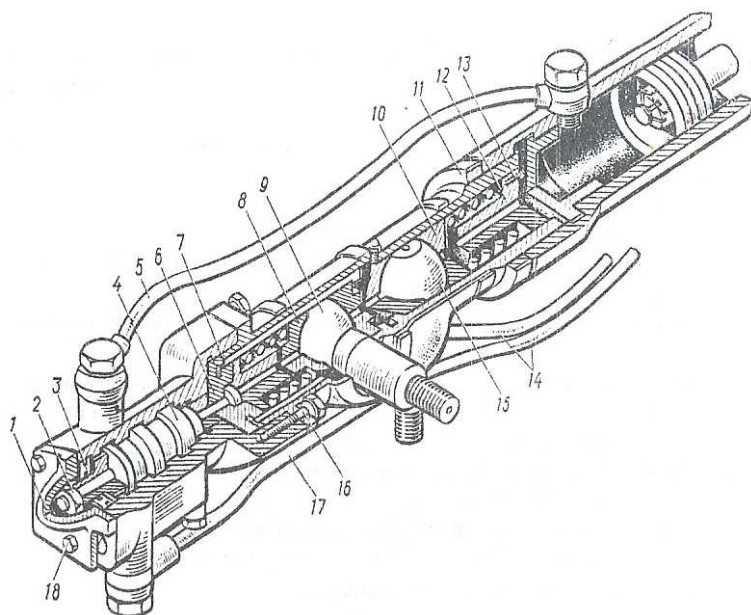


Рис. 3.12 – Ескіз гідравлічного підсилювача руля тролейбуса ЗіУ-682:

- 1 – кришка; 2 – гайка;  
 3 – запірне кільце; 4 – золотник;  
 5, 14, 17 – трубопроводи; 6 – пробка;  
 7 – стопорний гвинт; 8 – стакан;  
 9 – палець; 10 – сухар;  
 11 – контргайка; 12 – пробка,  
 13 – гвинт стопорний; 15 – палець  
 важеля гідропідсилювача; 16 – болт;  
 18 – закріплення кришки

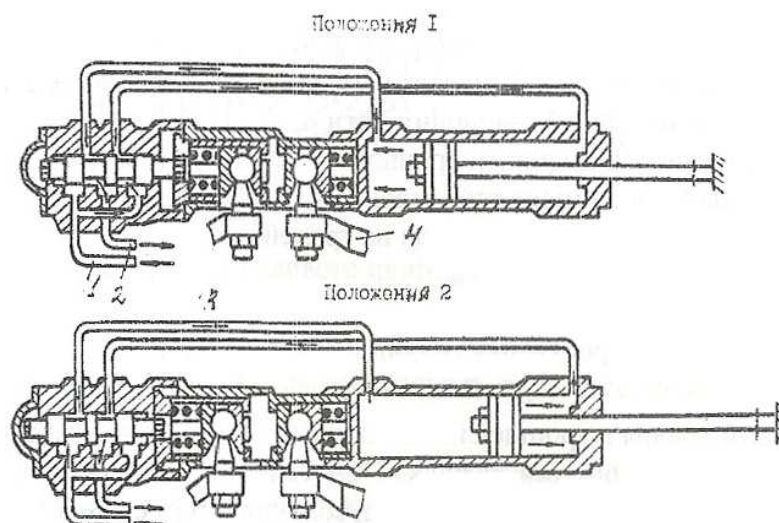


Рис. 3.13 – Схема роботи гідропідсилювача руля:

- 1 – нагнітальна магістраль; 2 – зливна магістраль; 3 – рульова сошка;  
 4 – поздовжня рульова тяга

Через кожні 750 годин роботи стенда (але не менше одного разу на три місяці) перевіряють кінематичну в'язкість залитого в нього індустріального масла 20 (ДСТ 20799-77) при температурі 50°C за ДСТ – 33 та класі чистоти за ДСТ 17216.

Функціонування перевіряють шляхом послідовного сполучення порожнин з напірною і зливною магістралями, здійснюючи переміщення штока по всій довжині на обидва боки протягом не менше трьох циклів.

Перевірка функціонування повинна проводитись у двох режимах; без навантаження та при номінальному тискові.

Функціонування при граничній температурі перевіряють за мінімальної і максимальної температури зовнішнього середовища та при мінімальній і максимальній в'язкості робочої рідини (масла).

Міцність гідроциліндрів перевіряють при статичному пробному тиску за ДСТ 16514 протягом не менше 30 секунд. Міцність гідроциліндрів перевіряють у крайньому положенні поршня. Не допускається порушення установлених норм герметичності.

Зовнішню герметичність перевіряють при статичному пробному тиску після не менше 50 подвійних ходів. Потіння зовнішніх поверхонь, витік робочого масла крізь стики, зварні шви та з'єднання не допускаються.

Витікання робочої рідини (об'єм виносної робочої рідини) крізь ущільнення штока при роботі гідроциліндра перевіряють при номінальному тиску, швидкості поршня не менше 0,2 м/с та кінематичній в'язкості робочої рідини не більше 40 мм<sup>2</sup>/с шляхом збирання робочої рідини, що капає зі штока.

Об'єм виносної робочої рідини  $V$ , см<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>, визначають за формулою

$$V = \frac{V_z}{2\pi \cdot d \cdot S \cdot z} \quad (3.1)$$

де  $V_z$  – об'єм витікання за  $z$  подвійних ходів, см<sup>3</sup>;

$d$  – діаметр ущільнювальної поверхні штока (діаметр штока) м;

$z$  – число подвійних ходів,

$S = 0,304$  м – хід штока силового циліндра.

Допускають винесення мастильної плівки на поверхню штока, без краплеутворення. Значення гранично допустимого об'єму виносної робочої рідини (масла), що утворює краплю, представлені в ДСТ 16514.

Технологічний процес випробування гідропідсилювача руля можна розробити у вигляді представленої нижче операційної карти технічного контролю згідно з ДСТ 3.1502–74 (рис. 3.14 – 3.16).



ГО-2

ГОСТ 3.1502-74 Форма 2

Інд. Мепідп	Підпис та дата		Взаєм. інд	Інд. Недубл.	Підпис та дата	01188.00002 - РУ	
ХНАМГ кафедра ЕТ	Номер цеху	Номер дільн.	Номер опер.	Операційна карта технічного контролю		256Б – 8405010 – Б2	60103. 00001
Гідропідсилювач рульового механізму							
Найменування операції		Найменування, марка матеріалу		ГОСТ. ТУ		Найменування матеріалу	
Випробування гідропідсилювача						Стенд для випробування гідропідсилювача руля 9693 - 587	
Номер перех	Зміст переходу			Пристрій (код найменування)	Вимірювальний інструмент (найменуван)	Процент контролю	Особливі вказівки
1	Встановити гідропідсилювач на випробувальний стенд					100	
2	Залити в силовий циліндр масло			Тара з маслом. Лійка з фільтр.			Масло індустріальне 20 ГОСТ 20799-77
3	Прислати нагнітаючий та силовий шланги до відповідних трубок на гідропідсилювачі						
4	Випробувати гідропідсилювач на функціонування при температурі навколишнього середовища						Гідропідсилювач та його золотник повинні робити чітко без ривків та затинань При зупинці дії сили на кульовий палець золотник повинен повертатися у нейтральне положення
	$l_{окр} = l_{окрmin} + l_{окрmax}$ та в'язкості масла у ньому не більше 40 мм/с з перевіркою правильності роботи золотника						
ОК							

Рис. 3.14 – Операційна карта випробування гідропідсилювача руля



ТО - 2

ГОСТ 3.1502-74 Форма 1а

Інд. №підп.	Підпис та дата	Взаєм. інд.	Інд. №дубл.	Підпис та дата	01188.00002 - РУ	
			Номер опер.		256Б - 3405010 - Б2	60103.00001
Номер перех	Зміст переходу		Пристрій (код найменування)	Вимірювальний інструмент (найменування)	Процент контролю	Особливі вказівки
	- без навантаження;					
	- при номінальному тиску					
5	Випробувати гідропідсилювач на зовнішню герметичність після не менше 50 подвійних ходів протягом не менше 2 хвилин під тиском $60 \text{ кгс/см}^2$ та температурі мастила $50 \pm 70^\circ \text{C}$					Потіння зовнішніх поверхонь, теча масла крізь зварювальні шви та з'єднання не допускаються
6	Перевірити витік масла крізь ущільнення збору масла, яке капає зі штоку при роботі гідроциліндру під тиском $60 \text{ кгс/см}^2$ , швидкості поршня не менше $0.2 \text{ м/с}$ та в'язкості масла у ньому не більше $40 \text{ мм}^2/\text{с}$					Витікання масла $V, \text{см}^3 / \text{м}^2$ визначають за формулою: $V = V_z / 2\pi dSZ, \text{ де}$ $V_z$ - об'єм витікання з подвійних ходів, $\text{см}^3$ $Z$ - число подвійних ходів $d$ - діаметр штока, м $S$ - хід штока силового циліндру, м Допускається винесення масляної плівки на поверхню штока без краплеутворення. Значення найбільш допустимого об'єму масла, яке утворює краплю, представлене у пункті 7 ГОСТ 16514
OK						

Рис. 3.15 – Операційна карта випробування гідропідсилювача руля (продовження)

ТО - 2

ГОСТ 3.1502-74 Форма Іа

Інд. №підп.	Підпис та дата	Взаєм. інд.	Інд. №дубл.	Підпис та дата	01188.00002 - РУ	
			Номер опер.		256Б - 3405010 - Б2	60103.00001
Номер перех.	Зміст переходу	Пристрій (код найменування)	Вимірювальний інструмент (найменуван.)	Процент контролю	Особливі вказівки	
7	Перевірити холостий хід золотника, для чого зняти кришку корпусу золотника та на її місце встановити фланець з індикатором		Фланець з індикатором		Холостий хід золотника повинен бути у межах $0.4 \pm 0.8$ мм при зніходженні золотника з нейтральному положенні при тиску $3 \pm 7$ кгс/см <sup>2</sup> .	
8	Перевірити повний хід золотника в оба боки від нейтрального положення				Повний хід золотника повинен бути $2 \pm 0.5$ мм Праворуч та ліворуч від нейтрального положення	
9	Перевірити витікання на зливі при максимальному правому та лівому переміщенні золотника		Мірний циліндр Хронометр		Витікання масла на зливі не повинен перевищувати 1л/хв при тиску $60$ кгс/см <sup>2</sup> та температурі масла $50 \pm 70$ °С	
10	Випробовувати гідропосилувач на міцність в крайньому положенні поршня протягом 30 секунд при статичному випробувальному тиску згідно з ГОСТ 16514				Не допускається порушення встановлених норм герметичності	
11	Зняти гідропідсилювач зі стелу					

Рис. 3.16 – Операційна карта випробування гідропідсилювача руля (продовження)

На рис. 3.17 показана структурна схема стенда для випробування гідропідсилювача руля після ремонту, на рис. 3.18– принципова електрична схема випробувального стенда.

Для включення електродвигуна, який є приводом масляного насоса, необхідно включити рубильник QS1 і натиснути на кнопку включення SB1. При цьому збирається коло: фаза С – кнопка включення SB1 – нормально–замкнений контакт струмового реле; KA1 – кнопка відключення SB2 – котушка електромагнітного контактора К – нуль. Після того, як контактор К спрацює, він зашунтує своїм блок–контактом кнопку включення SB1 (стане на самопідживлення).

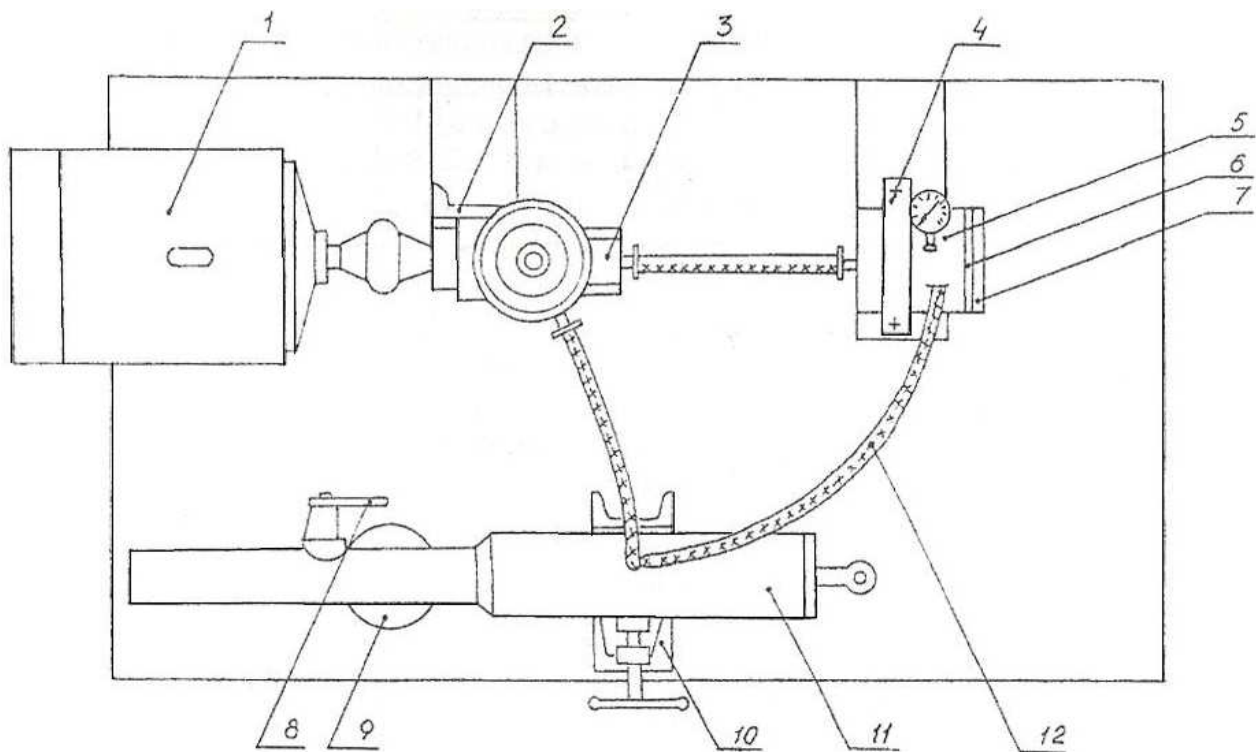


Рис. 3.17 – Структурна схема стенда для випробування гідропідсилювача руля після ремонту:

- 1 – електродвигун; 2 – стояк кріплення масляного насоса; 3 – масляний насос;  
4 – кріплення циліндра; 5 – циліндр; 6 – прокладка мідна; 7 – кришка циліндра; 8 – важіль;  
9 – опора; 10 – стояк кріплення гідропідсилювача; 11 – гідропідсилювач;  
12 – шланги високого тиску

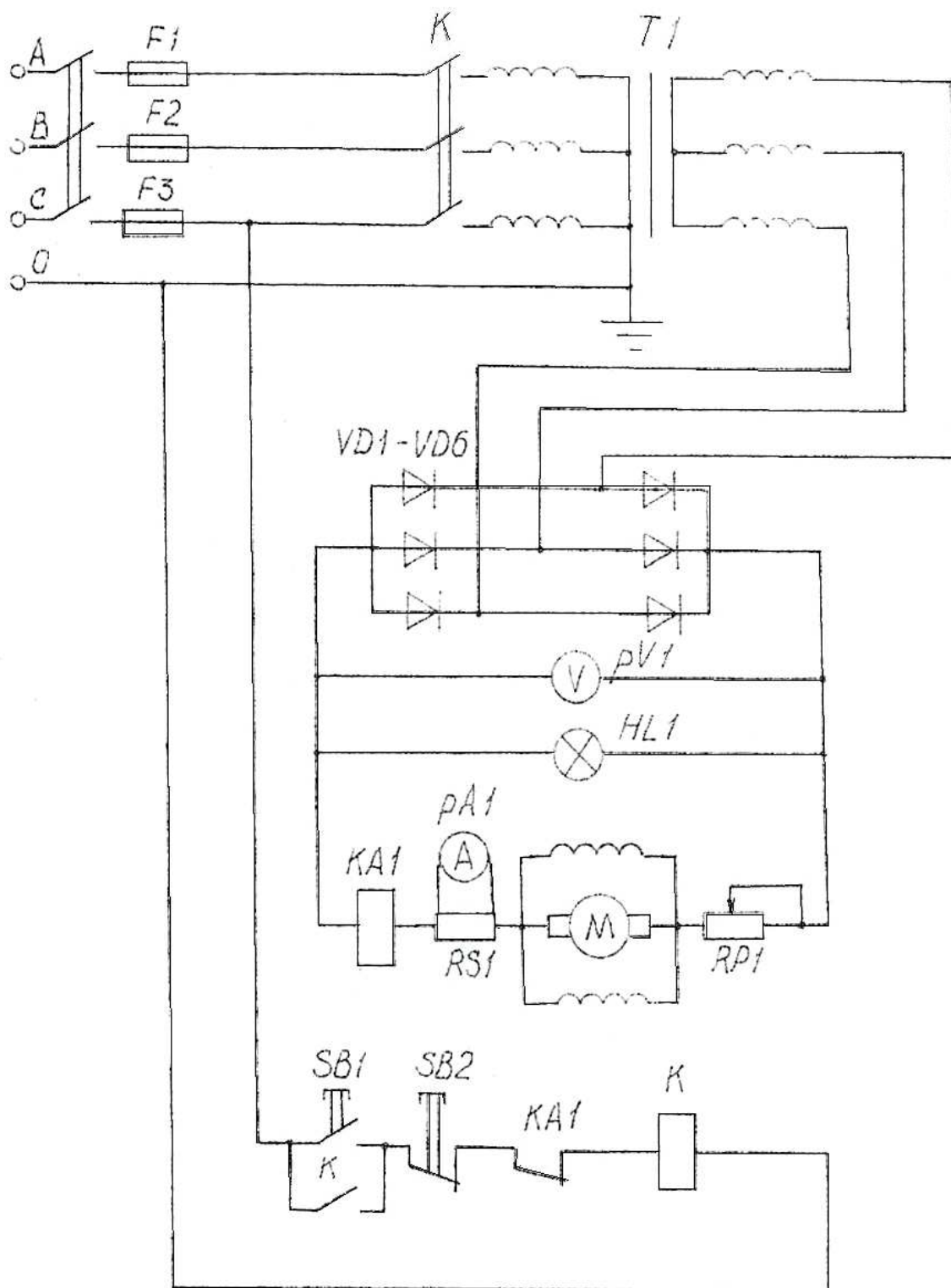


Рис. 3.18 – принципова електрична схема випробовувального стенда:

QS1 – рубильник трьохполюсний; F1 ÷ F3 – плавкі запобіжники; K – контактор  
T1 – трансформатор понижуючий; VD1 ÷ VD6 – діод випрямляючий; KA1 – реле струму;  
HL1 – лампа сигнальна; A1 – амперметр; PV1 – вольтметр; PS1 – шунт вимірювальний;  
RP1 – потенціометр; M – електродвигун Г-732А; SB1 – кнопка ввімкнення;  
SB2 – кнопка вимкнення

Для відключення електродвигуна необхідно натиснути на кнопку вимкнення SB2, що розриває коло живлення котушки контактора К. Внаслідок цього контактор відключиться, знеструмлюючи схему.

Досягнувши в колі двигуна струму, більшого за значенням, ніж струм уставки, реле струму КА1 спрацює і розмикає свій контакт у колі живлення котушки контактора К. Контроль напруги та струму в колах електродвигуна здійснюють за допомогою відповідних приладів. За їх показаннями розраховують потужнісні показники та енергетичні втрати.

### ***Розробка технологічного процесу розбирання гідропідсилювача руля***

Технологічний процес розбирання розробляють як для всього виробу, так і для його складових одиниць. Розробка технологічного процесу розбирання полягає в розробці нормативно–технологічних документів, основними з яких є: карта ескізів, маршрутна карта розбирання, карта типового технологічного процесу очищення та відомість деталей до цього процесу.

Карту ескізів (КЕ) (рис. 3.19) виконують згідно з ДСТ 3.1105–84 (форма 7), на форматі А4 без додержання масштабу. Необхідна кількість зображень (видів, розрізів, перерізів та виносних елементів) на ескізі встановлюють, виходячи з умов забезпечення точності та ясності взаємного розташування деталей та вузлів у виробі, що дозволяє провести його якісне розбирання.

На ескізі всі вузли (деталі) нумерують арабськими цифрами, які вказують як номери позицій. Нумерувати деталі (вузли) бажано в напрямку руху годинникової стрілки.

При необхідності на карті ескізів праворуч від зображення або під ним приводять технічні вимоги згідно з ДСТ 2.316–68.

На карті ескізів вказують також найменування і номер вузла за каталогом, кількість аркушів та номери операцій, до яких зроблено ескіз.

Маршрутна карта (МК) розбирання згідно з ДСТ 3.1118–82 містить опис технологічного процесу розбирання по всіх операціях різних видів за технологічною послідовністю з показом даних щодо устаткування, оснащення, матеріа-

льних та трудових нормативів. Вихідними даними для розробки маршрутної карти служить карта ескізів загального вигляду та вузла виробу, технічні вимоги на розбирання та типові технологічні процеси ремонту машин.

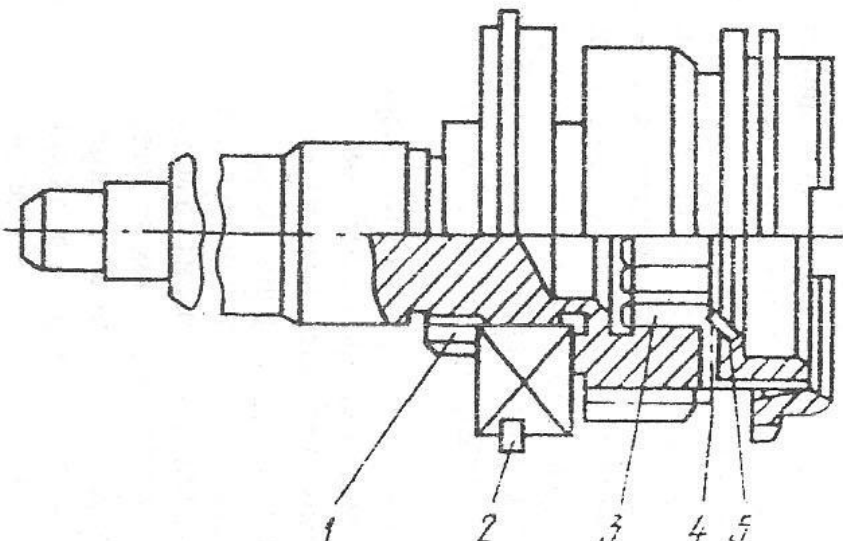
Перед складанням маршрутної карти треба розробити структурну схему розбирання (рис. 3.20), тобто розчленувати задану складальну одиницю (вузол) на складові елементи таким чином, щоб можна було здійснити розбирання їх максимальної кількості незалежно один від одного.

Це дозволить розділити операції розбирання за окремими спеціалізованими робочимим місцями, послідовно переміщуючи об'єкт по лінії розбирання, застосувати спеціалізоване обладнання, інструмент та пристрої. Схему розбирання будують так, щоб відповідні вузли й деталі були розташовані в такому порядку, в якому їх знімають при розбиранні.

Прямокутники розділяють на три частини, де вказують найменування, номер за каталогом та кількість деталей або вузлів.

				ГОСТ 3.1105-84				Форма 1	
Дубл.									
Взам.									
Подл.									
							<input type="checkbox"/> XXXXX.XXXXX	1	1
Розроб.	Кисельов	Кисельов	13.04.83	НВС „Ритм”	АБВГ XXXXXX.XXX			<input type="checkbox"/> 20140.00141	
Н. контр.	Сорокіна	Сорокіна	15.04.83					-	-



КЕ

Рис. 3.19 – Зразок виконання карти ескізів на розбирання складальної одиниці



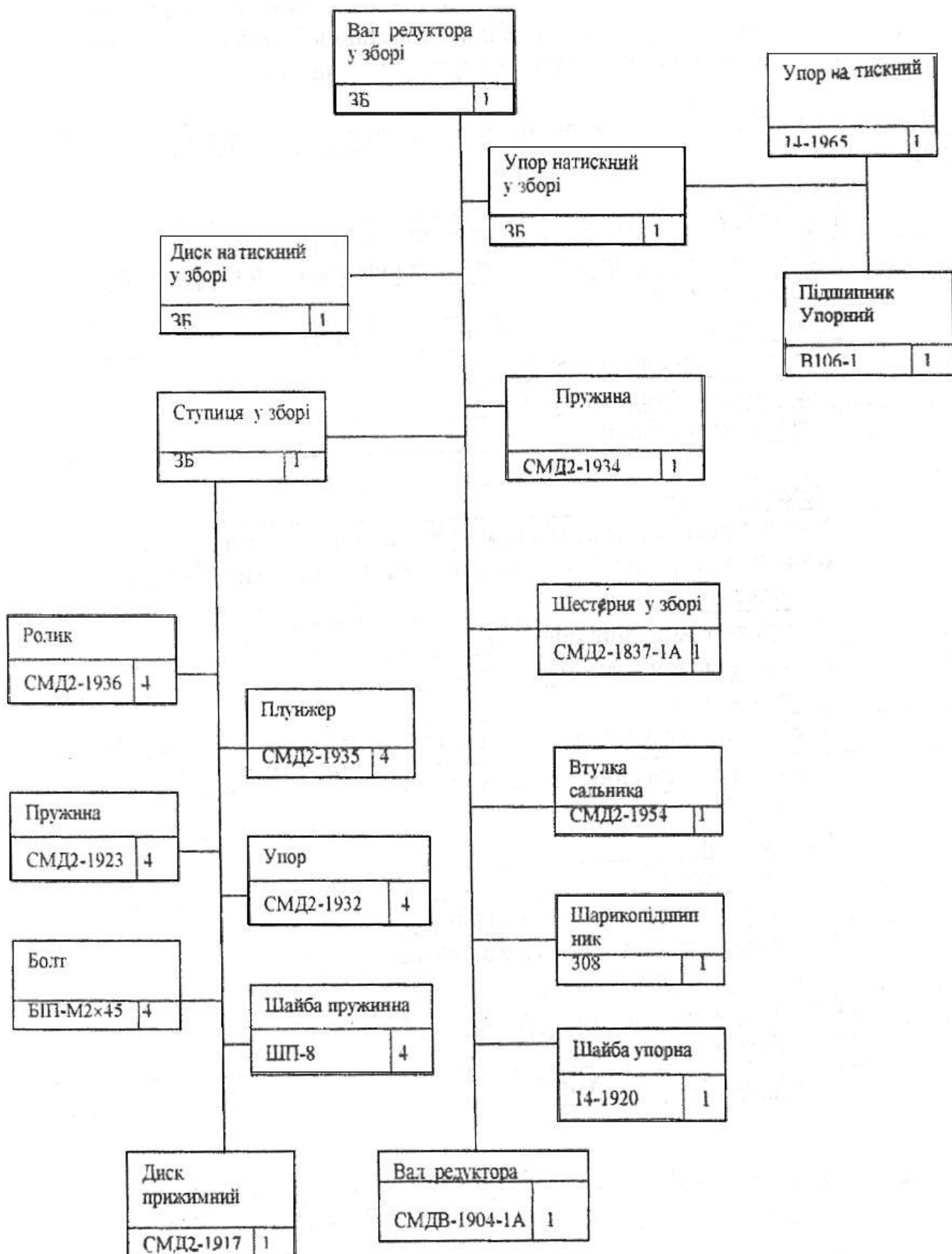


Рис. 3.20 – Зразок структурної блок-схеми розбирання редуктора у роботі [11] викладена методика оформлення маршрутної карти згідно з ДСТ 3.1118–82 (форма 2 та форма 1б).



У маршрутній карті розбирання за кожною технологічною операцією у відповідних графах наводять необхідні дані для її використання. У табл. 3.1 зібрані службові символи, які використовують в маршрутних картах.

Таблиця 3.1 – Службові символи, які використовують в маршрутних картах

Службовий символ	Графа
А	Цех: Дл (дільниця); РМ (робоче місце); Опер (операція)
Б	Код, найменування устаткування та інформація щодо трудовитрат
Т	Технологічне оснащення
О	Зміст операції (переходу) згідно з вимогами ЄСТД
Р	Режим виконання операції
ЮП	Інструкція з охорони праці
СМ	Ступінь механізації
Фах	Код фаху
Р	Розряд роботи
УП	Умови праці та код виду норми (Х – холодні, Г – гарячі, ОШ – особливо шкідливі, Хр – хронометраж, Р – розрахований, ДС – дослідно-статичний)
КВ	Кількість виконавців операції
КООД	Кількість одночасно оброблюваних деталей
ОП	Обсяг виробничої партії
К <sub>ш</sub>	Коефіцієнт штучного часу при багатоверстатному обслуговуванні
ОН	Одиниці нормування, на які встановлена норма витрат матеріалу або часу (1,10,100 і т.д)
МД	Маса деталі
МЗ	Маса заготовки
КВМ	Коефіцієнт використання матеріалу
ОПП	Позначення складу або іншого приміщення, звідки надходять деталі
ОВ	Одиниця величини (маси, довжини, площі і т.д)
КВ	Кількість виробів
ПК	Періодичність контролю

На рис. 3.21 та 3.22 наведені перший заголовний (форма 20 та подальші (форма 16) листи маршрутної карти розбирання, а на рис. 3.23 – зразок їх заповнення.

148,5

ГОСТ 3.1118-82 Форма 2

По ГОСТ 3.1103-82

По ГОСТ 3.1103-82

По ГОСТ 3.1103-82

По ГОСТ 3.1103-82

По ГОСТ 3.1103-82

А	Цех	Уч.	РМ	Улер	Код, наименование операции	Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Т л з	Т шт.
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала					Обозначение, код						ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расч.
1	14	15	16	17	18	19										
А01	20					21	22	23	24	25	26	Б	27	28	29	30
Б02	31					32						33	4	6	34	7
В03																
04																
05																
06																
07																
08																
09																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																

По ГОСТ 3.1103-82

5,5

297

5,5

4,25

3 x 4,25 = 12,75

16 x 8,5 = 136

210

Рис. 3.21 – Заголовный лист маршрутной карты разбирания



ГОСТ 3.1118-82										Форма 2						
Дубл.																
Взам.																
Подл.																
Разраб.	Иванов	Иванов	14.08.83	по	АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ					01188. 00326						
Н.контр.	Сидорова	Сидорова	14.08.83	Реле	5П6М					0						
А	Цех	Уч.	РМ	Опер	Код, наименование операции	СМ	Прот.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	К.шт.	Т.п.з.	Т.шт.
Б	Код, наименование изделия					Обозначение, код					ОП	ЕН	К.шт.	Т.п.з.	Т.шт.	
К/М	Наименование детали, соединения, материала										ОП	ЕН	К.шт.	Т.п.з.	Т.шт.	
А 01	22	01	443	005	ХХХХ. Комплектующая											
Б 02	АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ - комплектующий стел					1	ХХХХХ	ХХХ	ХХХ	1	1	1	450	1	0,25	1,46
В 03	Скомплектовать и выровнять детали (соединения) из материалами															
В 04																
А 05	22	01	455	010	ХХХХ. Слесарно-складальная											
Б 06	АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ - верстак					1	ХХХХХ	ХХХ	ХХХ	1	1	1	450	1	0,18	2,16
В 07	Встановити та закріпити у корпусі (поз. 6) деталі (поз. 7, 8 і 9), згідно з кресленням															
В 08																
Г 09	АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ - пристрій ; АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ - відкривка															
Г 10																
А 11	22	01	457	015	ХХХХ. Транспортуючая											
Б 12	АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ - электронавигування ЕВ 603					3	ХХХХХХ	ХХХ	ХХХ	1	400	400	2400	1	0,02	0,41
Б 13																
А 14	22	01	458	020	ХХХХ. Слесарно-складальная											
Б 15	АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ - верстак					1	ХХХХХ	ХХХ	ХХХ	1	1	1	450		0,16	1,12
В 16	Встановити та підключити плати (поз. 12) у корпусі (поз. 6) згідно з кресленням															
МК																

Рис. 3. 23 – Зразок заповнення маршрутної карти розбирання

Карта типового технологічного процесу (КТТП) очищення складається згідно з ДСТ 3.1115–74 на кожний вид очищення (нагар, накип, смолисто–асфальтові викладення та ін.) за формою 7 (перший заголовний лист, рис. 3.24) і за допомогою 7а (подальший лист, рис. 3.25). У табл. 3.2 викладені правила оформлення КТТП очищення.

Таблиця 3.2 – Правила оформлення КТТП очищення

Номер графи	Зміст графи
1	Номер цеха, в якому виконується операція (процес)
2	Номер дільниці, конвеєра, поточної лінії, складу або робочого місця
3	Номер операції (процесу) в технологічній послідовності виконання процесу
4	Код операції за класифікатором
5	Найменування та зміст операції (процесу). При необхідності перед найменуванням операції вказують позначення документів, що містять опис операції (процесу) або додаткових вимог до виконання. Допускають у графі вказувати технічні вимоги.
6	Код, найменування (модель) та інвентарний номер обладнання. Запис даних роблять, перераховуючи все по порядку на окремих рядках. Допускають не вказувати найменування (модель) та інвентарний номер
7	Код, найменування, марка матеріалів та хімікатів за класифікатором. Запис даних роблять, перераховуючи все по порядку на окремих рядках
8	Кількість хімікатів та матеріалів, які необхідні для приготування розчинів
9	Температура води, розчину, сушіння деталей
10	Час витримки
11	Режим роботи
12	Режим роботи
13	Дані в графах слід записувати залежно від виду очищення поверхні
14	Код фаху за класифікатором
15	Розряд роботи, яку виконують на операції
16	Код тарифної сітки, що визначає умови роботи (гарячі, холодні та ін.)



$16 \times 8.5 = 136$ 

Рис. 3.25 – Подальший лист КТПП очистки

## ***Технологічна інструкція на виконання лабораторної роботи***

1. У ході самостійного опрацювання лекційного матеріалу та рекомендованої літератури необхідно:

- пригадати структурну блок–схему гідропідсилювача руля та його складальних одиниць;
- вивчити технологічні процеси розбирання та складання гідропідсилювача руля;
- вивчити можливі дефекти основних деталей гідропідсилювача та їх вибракувальні ознаки, після чого заповнити відповідні розділи бланка звіту табл. 3.3;
- вивчити програму випробовування гідропідсилювача руля та фізичну суть вимірюваних при цьому параметрів;
- у бланку звіту накреслити структурну схему випробувального стенда (рис. 3.17), принципову електричну схему (рис. 3.18), табл. 3.4 результатів випробувань та операційну карту технічного контролю (рис. 3.14 – 3.16);
- з'ясувати методики розробки маршрутної карти типового технологічного процесу очищення, представлені в роботі [6] та в розділі "Загальні поняття" опису цієї лабораторної роботи;
- накреслити бланки МК, КЕ та КТТП згідно з рис. 3.19, 3.21, 3.22, 3.24, 3.25.

2. Викладачеві перевірити готовність студентів до виконання лабораторної роботи.

3. Виконувати лабораторну роботу слід в такій послідовності:

- навчальну групу розділити на бригади;
- за кожною бригадою викладач закріплює одну із складальних одиниць гідропідсилювача;
- складом бригади виконують розбирання гідропідсилювача на складальні одиниці, а закріпленої складальної одиниці – на деталі;
- всією бригадою складають карту ескізів закріпленої складальної одиниці та структурну схему розбирання гідропідсилювача руля, як показано на рис. 3.19, 3.20;



– складом бригади розробляють маршрутну карту розбирання та заповнюють бланки, підготовлені в ході самостійного опрацювання (рис. 3.24, 3.25);

– складом бригади виконують програму регулювання зазорів у кульових пальцях;

– складом бригади вивчають будову стенда для випробування гідропідсилювача руля після ремонту, його структуру, принципову електричну схему, інструкції з експлуатації та охорони праці, після чого під керівництвом викладача виконують програму випробування, а результати заносять до □ідро. 3.4.

4. Кожному студенту оформити звіт лабораторної роботи та самостійно захистити результати роботи.

Таблиця 3.3 – Основні дефекти деталей складальних одиниць гідропідсилювача руля

№ з/п	Найменування деталей та її □ідро підсилюв ознака	Основні дефекти деталі	Граничне значення	Існуючі способи усунення дефектів
1	Розподільник у зборі			
1.1				
1.2				
...				
2	Силовий циліндр у зборі			
2.1				
2.2				

Таблиця 3.4 – Результати випробування гідропідсилювача руля

Програма випробування та його режими	Вимірювані величини										Підсумки
	$t_{\text{зов}},$ °C	P, бар	$t_{\text{м}},$ °C	$\tau,$ хв	Z, шт	$V_{\text{п}},$ м/с	$V_{\text{п}},$ см <sup>3</sup>	$d_{\text{м}},$ м	$S_{\text{м}},$ м <sup>2</sup>	$V_{\text{вит}},$ см <sup>3</sup> /м <sup>2</sup>	
Перевірка на функціонування з перевіркою правильності роботи золотника: – без навантаження – при номінальному тиску											
Випробування на зовнішню герметичність											
Перевірка на витікання масла											
Випробування на міцність											

Продовження табл. 3.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Перевірка неробочого ходу золотника											
Перевірка повного ходу золотника в обидві сторони від нейтрального положення											
Перевірка витікання масла на зливі при максимальному правому і лівому переміщенні золотника											

### ***Контрольні запитання***

1. Викласти послідовність розбирання гідропідсилювача руля на складальні одиниці та деталі.
2. Яку деталь розподільника гідропідсилювача руля вважають базовою і чому?
3. Яку деталь силового циліндра гідропідсилювача руля вважають базовою і чому?
4. Викласти програму випробувань гідропідсилювача руля та назвати її основний документ.
5. Викласти методику проведення випробувань гідропідсилювача руля відповідно з вимогами керівних документів.
6. Назвати основні керівні документи, згідно з якими розробляються КЕ, МК розбирання та КТТП очищення.
7. Викласти основні вимоги керівних документів при розробці КЕ, МК розбирання та КТТП очищення.

## **Лабораторна робота №4**

### *Ремонт електрокомпресора пневмосистеми тролейбуса з розробкою технологічного процесу дефектації його деталей*

#### **Мета роботи**

1. Закріпити теоретичні знання з технології ремонту електрокомпресора.
2. Набути практичні навички з питань організації ремонту електрокомпресора.
3. Одержати практичні навички з розробки технологічного процесу дефектації деталей електрокомпресора.
4. Ознайомитися з методикою випробування електропроцесора після ремонту.

#### **Зміст роботи**

1. Вивчення технологічних процесів розбирання та складання електрокомпресора.
2. Вивчення можливих дефектів деталей електрокомпресора і способів їх усунення.
3. Розробка технологічного процесу дефектації деталей компресора.
4. Виконання програми випробовування електрокомпресора після ремонту.

#### **Оснащення лабораторної роботи**

Лабораторна робота оснащена таким обладнанням:

- лабораторний стіл;
- прилад для встановлення деталей у центрах ПБМ–500;
- різьбова калібр–пробка;
- калібр–пробка;
- штангензубомір;
- штангенциркуль ШЦ–11–250–0.05 (ДСТ 166–80);
- мікрометр;
- мікрометрична скоба;
- лупа;
- індикатор–нутромір;

- деталі компресора;
- стенд для випробування електрокомпресора після ремонту;
- креслення на виготовлення деталей електрокомпресора;
- керівництво з капітального ремонту пневмосистеми тролейбуса.

### ***Основні поняття***

Електрокомпресор пневмосистеми тролейбуса призначений для забезпечення її стиснутим повітрям. Залежно від типу тролейбуса встановлюють такі електрокомпресори. Так, електрокомпресор ЕК –4В встановлюють на тролейбусах ЗіУ – 9, ЗіУ–10, електрокомпресор ЕКВО 0.3/13 – на тролейбусах ПМЗ Т1, ПМЗ Т2, а електрокомпресор Т–77 – на тролейбусах 9ТР, 14ТР.

Усі перелічені типи компресорів є одноступеневими, двоциліндровими, з різним (горизонтальним чи вертикальним) розташуванням циліндро–поршневої групи, з максимальним тиском стиснутого повітря у нагнітаючій системі 0.8 МПа (8 бар). Запобіжний клапан у цій системі відрегульований на тиск 1 МПа (10 бар).

Режим роботи – повторнокороткочасний.

*Будова електрокомпресора та характерні дефекти його основних деталей*

Схематична будова електрокомпресора ЕК–4В наведена на рис. 4.1, а компресора ЕКВО - 0.3/8 – на рис. 4.2.

Базовою деталлю компресора є корпус. Характерними його дефектами є обломи, тріщини будь–якого характеру й розташування (вибракувальна ознака), знос різи в отворах під шпильки та у заливному отворі під пробку.

Блок циліндрів (циліндр) найчастіше має такі дефекти:

- обломи, тріщини, пробої будь–якого розміру й розташування (вибракувальна ознака);
- короблення площин з клапанною коробкою та корпусом (при перевірці на повірочній плиті, якщо щуп 0.05 мм проходить, – вибракувальна ознака);
- знос різи в отворах під шпильку кріплення клапанної коробки (якщо більше двох ниток – відновлюють);
- знос отвору під шпильку кріплення з корпусом (за діаметра більше 14 мм – відновлюють);

– знос робочої поверхні циліндра по діаметру.

До складу колінчастого валу у зборі (як видно з рис. 4.3) входять: колінчастий вал 1; кульковий підшипник № 4112; зубчасте колесо (ведена шестірня редуктора) 3; шпонка 4; шайба 5; замкова пластина 6.

Колінчастий вал може мати такі дефекти:

- тріщини та поломки будь-якого характеру та розташування (вибракувальна ознака);
- знос шпоночної канавки за шириною (за шириною більше 14.07 мм – відновлювати);
- знос посадочної поверхні під кульковий підшипник;
- знос шатунних шийок за діаметром.

Кулькові підшипники найчастіше вибраковують: через збільшення зазорів вище граничних значень (75%); знос посадочних поверхонь (21%); пошкодження робочих поверхонь доріжок та тіл кочення (11%); поломки деталей, раковини, забоїни, вм'ятини, глибокі риски (9%).

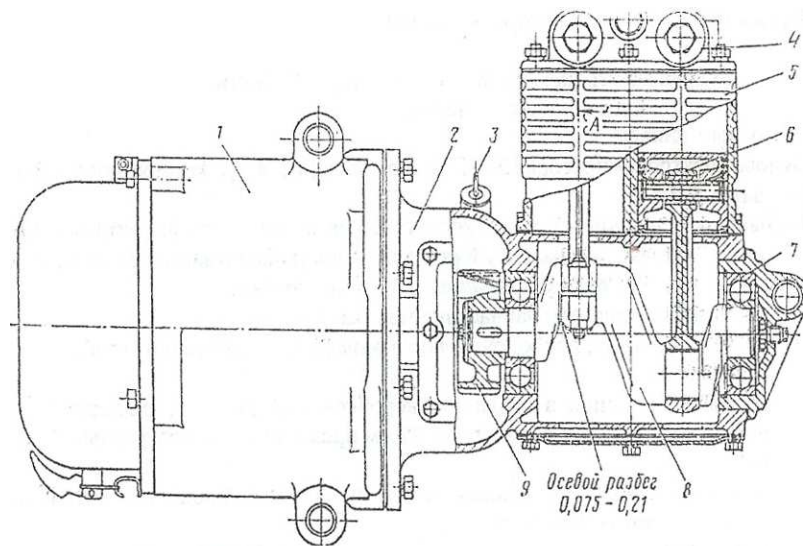


Рис. 4.1 – Схематична будова електрокомпресора ЕК-4В:

- 1 – електродвигун постійного струму ДК-408; 2 – корпус у зборі;  
3 – мастиловказівник у зборі; 4 – клапанна коробка у зборі; 5 – блок циліндрів;  
6 – шатунно-поршнева група у зборі; 7 – підшипник; 8 – колінчастий вал у зборі;  
9 – двоступеневий редуктор у зборі

Зубчасте колесо редуктора може мати такі дефекти:

- викришування чи обломи зубців (вибракувальна ознака);
- знос шпоночної канавки (при ширині 10,10 мм – відновлюють);
- знос шийки по діаметру.

До складу шатунно–поршневої групи компресора (як видно з рис. 4.4) входять такі деталі: поршень 1; шатун 2; комплект поршневих кілець (4 шт.) 3; поршневий палець 4; втулка верхньої головки шатуна 5.

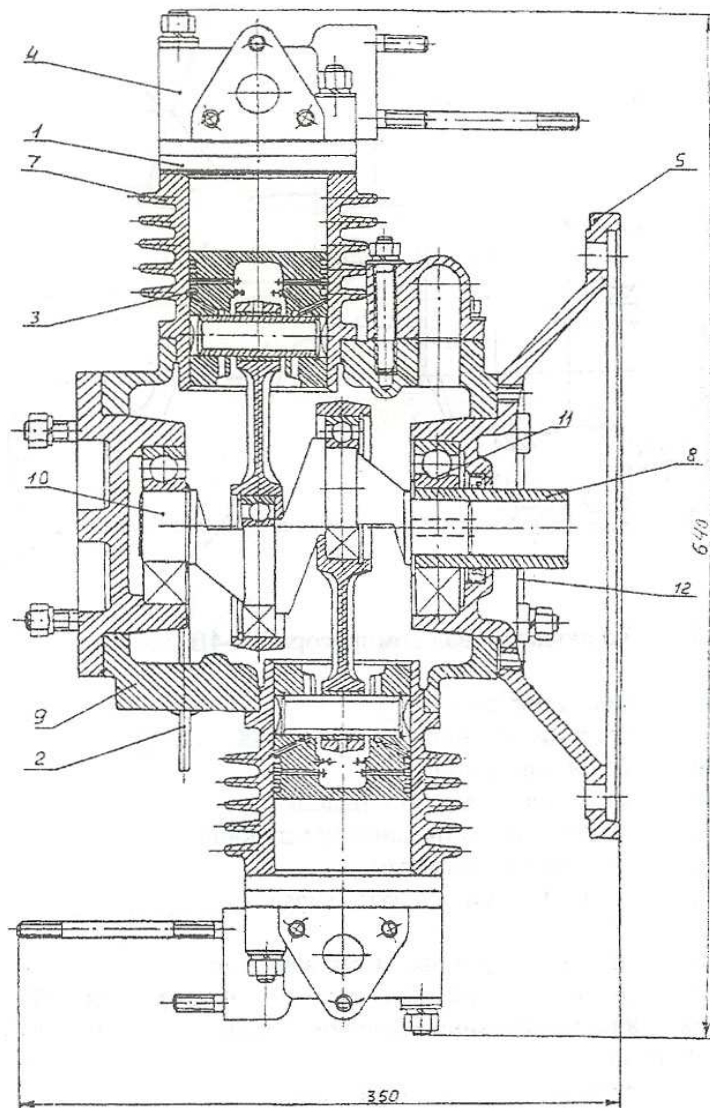


Рис. 4.2 – Схематична будова електрокомпресора ЕКВО–0.3/8:

- 1 – клапан; 2 – мастиловказівник у зборі; 3 – шатунно–поршнева група в зборі;  
4 – клапанна коробка в зборі; 5 – кришка піддону; 6 – піддон; 7 – циліндр; 8 – муфта;  
9 – корпус компресора; 10 – колінчастий вал у зборі; 11 – підшипник кочення

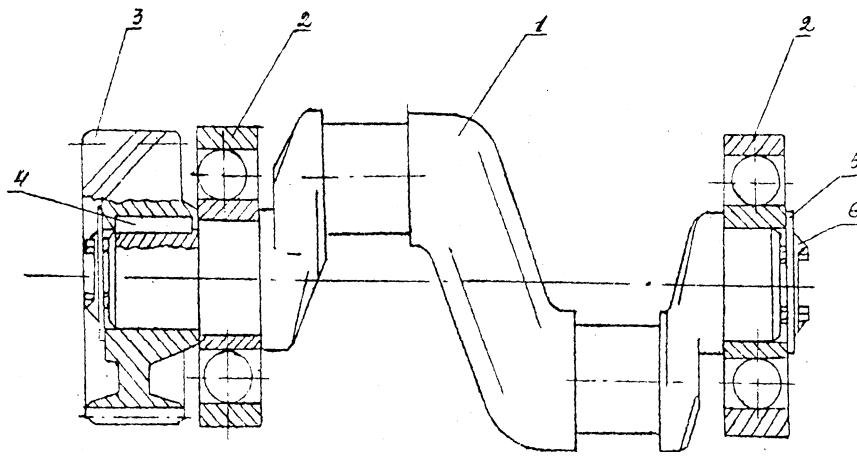


Рис. 4.3 – Колінчастий вал компресора ЕК-4В у зборі

Основні дефекти поршня:

- поломки та тріщини (вибракувальна ознака);
- знос робочої поверхні поршня;
- знос отворів під поршневий палець;
- знос бокових поверхонь канавок під поршневі кільця.

Шатун може мати такі дефекти:

- поломки та тріщини будь-якого характеру та розташування (вибракувальна ознака);
- деформація, скручування, спотворення взаємного розташування верхньої та нижньої головок (визначають після виплавлення бабіту, а відновлюють при непаралельності головок більше 0.05 мм на 1000 мм довжини);
- знос отвору у втулці верхньої головки шатуна;
- знос отвору верхньої головки шатуна під втулку;
- знос отвору бабітової заливки нижньої головки шатуна.

Поршневий палець може мати такі дефекти:

- риски, збоїни, сліди корозії (вибракувальна ознака);
- знос робочої поверхні.

Клапанна коробка компресора ЕК-4 наведена на рис .4.5.

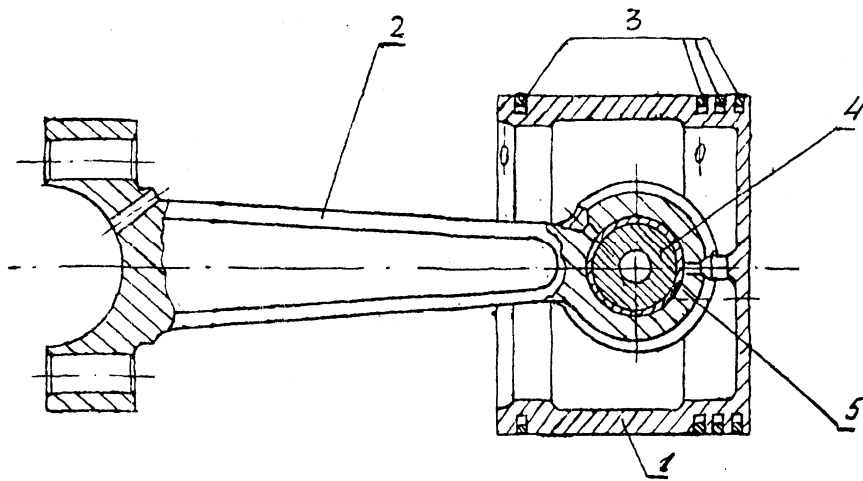


Рис. 4.4 – Шатунно–поршнева група компресора ЕК–4В

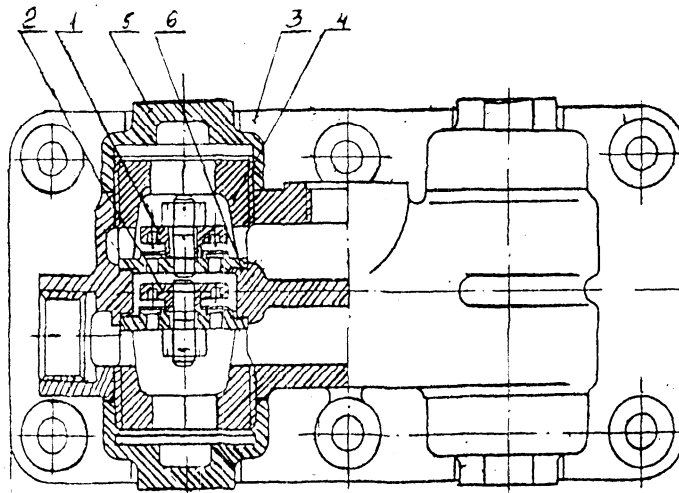


Рис. 4.5 – Клапанна коробка компресора ЕК–4В у зборі:

- 1 – нагнітальний клапан у зборі; 2 – всмоктуючий клапан у зборі;  
3 – кришка клапанної коробки; 4 – стакан клапана; 5 – ущільнювальне кільце

До основних деталей клапана відносять: сідло, обойму клапана, пружину, пластину, стягуючу шпильку, гайку.

Базовою деталлю клапанної коробки є кришка. Тріщини в кришці не допускають (вибраковочна ознака); чистота обробки поверхні гнізда клапана повинна бути високою (у протилежному випадку роблять притирку клапанів).

У клапані не допускають ослаблення пружини і шпильки. Підйом клапана для компресора ЕК–4 має бути 2,5 мм.



## Випробування електрокомпресора

Після збирання електрокомпресора його випробовують на стенді в режимі неробочого ходу і під навантаженням. Випробувальний стенд (рис. 4.6) включає: заспокоювач пульсації повітря (ЗПП), який оснащують заборним фільтром (ЗФ) та мірною шайбою з диференційним манометром (ДМ); випробувальний електрокомпресор (ЕК), на якому встановлені термометри для вимірювання: температури мастила  $t_m$  в картері компресора, яка повинна бути не більше  $80^{\circ}\text{C}$  при температурі навколишнього середовища  $t_n$   $20^{\circ}\text{C}$ ; температури клапанної коробки  $t_k$ , яка повинна бути не більше  $190^{\circ}\text{C}$  за тих же умов; температури нагріву підшипникових вузлів  $t_n$  і зубчастих зчеплень  $t_z$  які не повинні перевищувати температуру навколишнього середовища більше ніж на  $70^{\circ}\text{C}$ . Випробувальний стенд також оснащують водомастиловіддільником (ВМВ) з клапаном спуску конденсату (КСК); електроклапаном (ЕК); вологовіддільником (ВВ) з перепускним клапаном, клапаном проходу води К1 і клапаном зливу води К2; автоматичним регулятором тиску (АРТ); шістьма балонами для стиснутого повітря Б1 ÷ Б6, на кожному з яких встановлюють клапан спуску конденсату КСК і ручний кран (РК); манометрами М1, М2 з триходовими ручними кранами ЗРК1 та ЗРК2; дроселюючим пристроєм (ДП); запобіжним клапаном (ЗК).

Температуру стиснутого повітря у нагнітальній системі компресора вимірюють термометром  $t_c$  який встановлюють у спеціальну гільзу на трубопроводі на відстані 1 м від місця з'єднання трубопроводу з клапанною коробкою. Глибина занурення гільзи в потік стиснутого повітря повинна складати одну третину від діаметра трубопроводу. Цю гільзу установлюють навпроти напрямку потоку або перпендикулярно до нього. Температура повітря в трубопроводі згідно з [6] допускається не більшою за  $200^{\circ}\text{C}$ .

Викид мастила через клапанну коробку визначають шляхом установки на відстані 50 мм від дроселюючого пристрою (ДП) паперового екрану, на якому протягом однієї хвилини не повинно бути слідів мастила. Викид мастила через клапанну коробку не повинен перевищувати 12 г/год. при випробуванні комп-

ресора після середнього ремонту і 7 г/год. – після капітального.

Для приводу до руху компресора використовують електродвигун постійного струму, який (як видно з рис. 4.7) підключають за допомогою затискачів Y1 та Y2 до мережі постійного струму з напругою 500В. Джерелом електричної енергії є випрямляючий пристрій, який зібраний на діодах VD1–VD6 за схемою Ларіонова і підключений безпосередньо до мережі трифазного змінного струму з напругою 380 В і частотою 50 Гц.

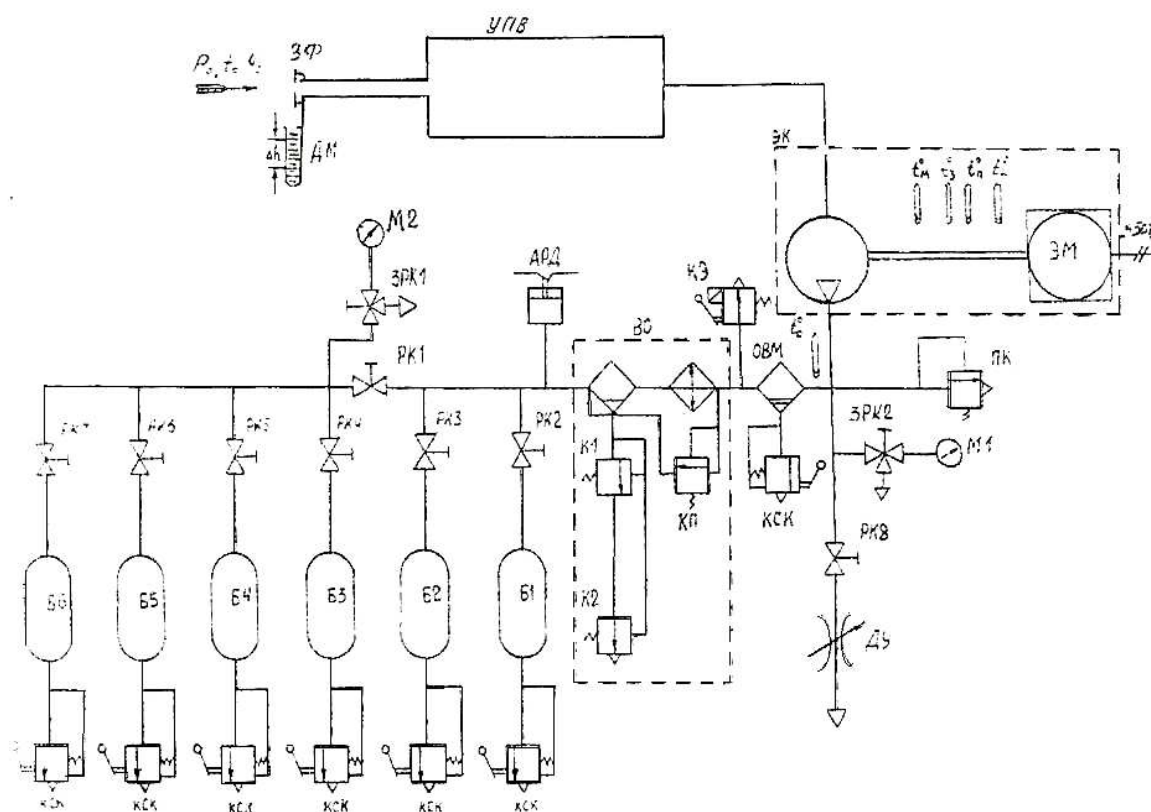
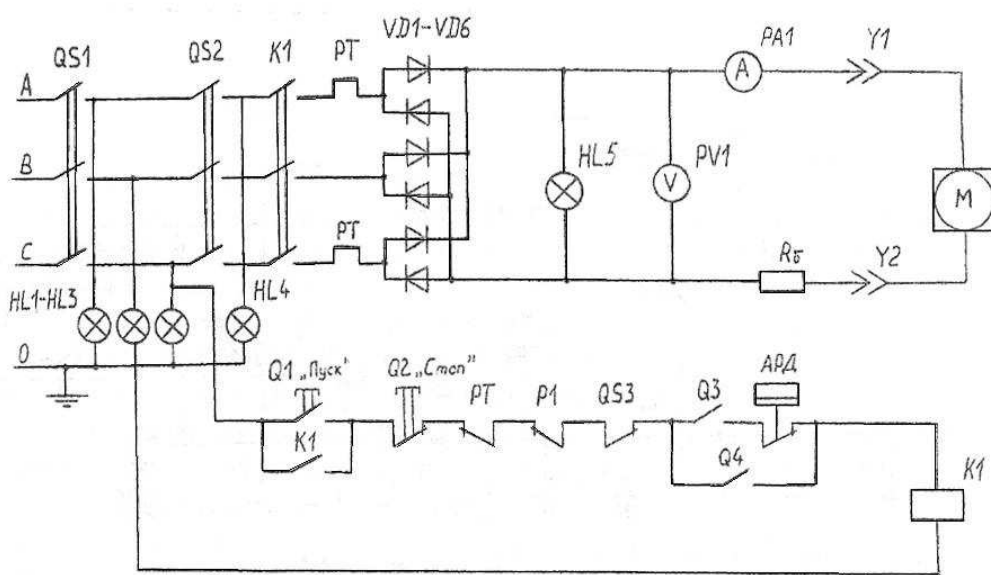


Рис.4.6 – Принципова пневматична схема стенда

До роботи електрокомпресор включають кнопкою "ПУСК" контактора K1. Але перед початком роботи необхідно включити рубильник QS1, що забезпечує наявний розрив кола. Для захисту від можливих перевантажень та струмів короткого замикання використовують автомат QS2 з установкою по струму перевантаження 10 А (максимальний струмовий захист) і по струму короткого замикання (струмова відсічка, що забезпечується магнітним розчіплювачем). Додатково від перевантажень використовують тепловий захист РТ, який є складо-

Роботу електрокомпресора контролюють за допомогою сигнальних ламп:

- лампи HL1 – HL2 сигналізують про наявність напруги в мережі змінного струму;
- лампа HL4 сигналізує включення автомата захисту QS2;
- лампа HL5 сигналізує про наявність напруги в колі живлення електрокомпресора.



Випробувальний стенд заземлюють з допомогою заземлюючого контура і заземлювача. Електрокомпресор на випробувальний стенд встановлюють без другого ступеня ізоляції, оскільки електробезпеку його контролює автомат захисту та тепловий захист магнітного пускача.

– пробій ізоляції на корпус будь-якого підвідного дроту зі сторони постійної напруги (у цьому випадку на стенді з'явиться потенціал відносно землі, що обумовлюється падінням напруги в колі заземлення. У тих випадках, коли ве-

личина струму короткого замикання незначна, то спрацьовує максимальна струмова відсічка з витримкою часу, а при значній величині струму короткого замикання спрацьовує струмова відсічка і автомат відключає миттєво);

– пробій будь-якої фази на корпус після автомату захисту (у цьому випадку при малому значенні короткого замикання спрацьовує максимальний струмовий захист, а при значній величині струму спрацьовує струмова відсічка і автомат захисту).

Випробувальний стенд оснащують регулятором тиску АРТ, який вмикає електрокомпресор при величині тиску в системі нижче 0,6 МПа, а вимикає при величині тиску вище 0,8 МПа.

При необхідності виведення регулятора тиску з роботи (наприклад, при перевірці запобіжного клапана) використовують вимикачі Q3 і Q4. При цьому клеми Y1 і Y2 закривають захисним ізоляційним корпусом, в який вмонтовують мікро-вимикач QS3. Він автоматично видає команду на відключення живлення стенда.

Випробування електрокомпресора при неробочому ході проводять протягом однієї години з метою прироблення спряжених деталей, перевірки взаємодії складальних одиниць, а також для виявлення можливих дефектів та викидання мастила через клапанну коробку.

Перевіряють роботу, компресора на слух. Удари, стуки, підвищена вібрація і шум при роботі свідчать про наявність несправності, яку усувають після негайної зупинки.

При випробуванні електрокомпресора під навантаженням визначають його продуктивність (розмір подачі), величину витоку (утрати) повітря та температурний режим при значенні тиску в нагнітаючій системі 0,8 МПа ( $8 \text{ кгс/см}^2$ ).

Перед встановленням величини подачі електрокомпресора визначають величину сумарного об'єму  $V_6$  балонів БЗ ÷ Б6 шляхом тарування їх за об'ємом та виявляють температурний режим компресора. Для виявлення температурного режиму компресора на випробувальному стенді закривають крани РК1 та РК8 і відкривають крани РК2 та РК3 (рис. 4.6). Коли тиск у системі досягне величини

0,8 МПа, яку контролюють за манометром М1, кран РК8 відкривають настільки, щоб тиск у системі підтримувався 0,8 МПа.

У цьому режимі компресор повинен проробити до досягнення встановленого теплового режиму:

- температура мастила  $t_m \leq 80^\circ \text{ C}$ ;
- температура стиснутого повітря в системі  $t_c \leq 200^\circ \text{ C}$ ;
- температура кришки компресора  $t_k \leq 190^\circ$ .

Для визначення величини подачі компресора фіксують початок випробування, потім закривають кран РК8 і відкривають кран РКІ, внаслідок чого повітря з балонів Б1 і Б2 під тиском 0,8 МПа надходить до системи балонів Б3 ÷ Б6. Коли тиск у системі балонів досягне 0,6 МПа (його визначають за манометром М2) фіксують час наповнення системи  $\tau_\phi$  (тобто кінець випробування компресора на подачу) і відкривають кран РК8.

Фактичну величину подачі компресора  $Q_\phi$  визначають згідно з ДСТ 2.0073–81 за формулою

$$Q = \frac{V_\phi}{\tau_\phi} \cdot \frac{P_c - \varphi_c \cdot P_{H.n.c.}}{P_o - \varphi_o \cdot P_{H.n.o}} \cdot \frac{T_o}{T_c}$$

де  $V_\phi$  – ємність балонів, л;

$\tau_\phi$  – час, протягом якого наповнюють балони до тиску, який встановлюють в системі балонів, с;

$P_c$  – абсолютний тиск повітря у системі балонів (тобто манометричне – плюс 0,1 МПа), МПа;

$P_o$  – абсолютний тиск повітря на виході з компресора, Мпа,

$T_o = 273 + t_o$  – абсолютне значення температури повітря на вході в компресор,  $^\circ \text{K}$ ;

$T_c = 273 + t_c$  – абсолютне значення температури повітря у системі балонів,  $^\circ \text{K}$ .

$\varphi_o, \varphi_c$  – відносна вологість повітря відповідно на вході у компресор та в системі балонів;

$P_{H.n.c.}, P_{H.n.o}$  – абсолютний тиск насичених водяних парів відповідно при  $T_o$  та  $T_c$  на вході в компресор та в системі балонів, МПа.

Допускається вищевказаним ДСТ фактичну величину подачі компресора визначати за цілком задовольняючою практику формулою

$$Q = \frac{V_{\phi} \cdot P_c \cdot \gamma}{\tau_{\phi}},$$

де  $\gamma = 0,95$  – коефіцієнт, що враховує вплив вологості й температури.

Фактичну величину подачі компресора перевіряють три рази.

Остаточним результатом є середнє арифметичне трьох вимірювань, які повинні бути не нижче паспортного значення.

Висновок щодо якості ремонту компресора роблять на підставі коефіцієнта подачі, який повинен знаходитись для одноступеневих компресорів у межах  $0.75 \div 0.85$ . Його визначають за формулою

$$\lambda = \frac{Q_{\phi}}{Q_T},$$

де  $Q_T$  – максимальне теоретичне значення величини подачі компресора, яке визначають за формулою:

$$Q_m = 0,001FSna,$$

де  $F$  – площа поперечного перерізу циліндра компресора,  $\text{см}^2$ ;

$S$  – хід поршня,  $\text{см}$ ;

$n$  – кількість нагнітальних ходів поршня,  $\text{хв}^{-1}$ ;

$a$  – коефіцієнт наповнення циліндра, що знаходиться в межах  $0.83 \div 0.85$ ;

$0,001$  – перевідний коефіцієнт  $\text{см}^3$  у літри.

При випробуванні компресора на витікання повітря його вмикають при закритих кранах РК1 та РК8. По досягненні тиску  $0,7$  МПа в балонах Б1, Б2 компресор вимикають і фіксують час початку випробовувань.

Через  $1$  хв.  $47$  с падіння тиску у вказаних балонах, починаючи з  $0,7$  МПа, не повинне перевищувати  $0,1$  МПа. Після зупинки компресора вимірюють температуру нагрівання підшипникових вузлів  $t_n$  і температуру зубчастих зчеплень  $t_3$  за допомогою переносного термометра. Вихідні дані та результати випробування заносять до табл. 3.3.

## **Розробка технологічного процесу дефектації деталей компресора**

Технологічний процес дефектації розробляють згідно з вимогами стандартів ЕСКД та ЕСТД, а також враховуючи роз'яснення, викладені у державних стандартах. При розробці технологічного процесу дефектації складають карту ескізів (КЕ) згідно з ДСТ 3.1115–79.

Необхідну кількість зображень (видів, розмірів, перерізів та виносних елементів) на КЕ визначають за умови забезпечення наочності та ясності розташування контрольованих поверхонь деталі, що дозволяє якісно провести технологічний процес дефектації.

Контрольовані поверхні деталі слід обводити безперервною лінією у 2–3 рази товщою за основну, інші частини деталі роблять тоншими контурними лініями.

На КЕ деталі всі дефектні поверхні нумерують у напрямку руху годинникової стрілки арабськими цифрами, що вказують в колі діаметром 6–8 мм і з'єднують з розмірними лініями. Приклад оформлення КЕ зображений на рис. 4.8.

На КТП дефектації приводять: найменування і позначення виробу; найменування та зміст операції з ліквідації кожного дефекту, який показаний на КЕ; номінальне, допустиме чи вимірне (дійсне) значення; значення контрольованого параметра; найменування приладу, вимірного інструменту або способу встановлення дефекту; розряд роботи, код тарифної сітки та вид норми; підготувально – заключний час  $T_{пз}$  і штучний час  $T_{ш}$ . Зразок оформлення КТП дефектації зображений на рис. 4.9.









- вивчити програму випробування електрокомпресора згідно з ГОСТ 2.0073–81 та фізичну сутність вимірюваних при цьому параметрів;

- у бланку звіту лабораторної роботи накреслити принципову пневматичну схему стенда для випробування електрокомпресора після його ремонту (рис. 4.6), а також принципову електричну схему управління та живлення цього стенда (рис. 4.7) і таблицю результатів випробування 4.3.

2. Викладачеві перевірити готовність студентів до виконання лабораторної роботи, підготовлених студентів допустити до роботи.

3. Виконувати лабораторну роботу слід в такій послідовності:

- навчальну групу розділити на бригади (групи), за кожною з яких викладач закріплює одну з відповідальних деталей компресора, що підлягають дефектації;

- старшим бригад перевірити за описом комплектність та справність приладів і інструмента на закріпленому за кожним з них робочому місці;

- складом бригади з'ясувати умови роботи деталі та розробити карту ескізів (рис. 4.8);

- складом бригади встановленим порядком, що викладений у роботі [1], визначити дійсний технічний стан кожної робочої поверхні деталі, після чого розробити карту технологічного процесу дефектації деталі (рис.4.9);

- складом бригади ознайомитися з будовою випробувального стенда, інструкцією з охорони праці, після чого під безпосереднім керівництвом викладача провести випробування електрокомпресора згідно з програмою випробування;

- результати випробування занести до табл. 4.3, після чого зробити висновок щодо якості ремонту електрокомпресора, виконавши розрахунок коефіцієнта подачі  $\lambda$ .

4. Кожному студенту оформити звіт лабораторної роботи і самостійно захистити її результати,

Таблиця 4.2 – Основні дефекти деталей компресора та способи їх усунення

№ з/п	Найменування деталі та її вибракувальна ознака	Основні дефекти деталі	Граничне значення розміру деталі	Існуючі способи усунення дефекту

Таблиця 4.3 – Вихідні дані та результати випробування

№ з/п	Режим випробування	Вихідні дані компресора						Вимірювані величини							
		$V_6$ , л	$P_c$ , МПа	$F_2$ , см <sup>2</sup>	$S_1$ , см	$p_1$ , хв	$a$	$\tau_f$ , хв	$\tau$ , хв	$t$ , °C	$t_k$ , °C	$t_n$ , °C	$t_3$ , °C	$t_0$ , °C	$\lambda$
1	Режим неробочого ходу														
2	Режим роботи компресора під навантаженням														

## Контрольні запитання

1. Викладіть порядок розбирання компресора ЕК–4.
2. Викладіть порядок розбирання компресора ЕКВО–03/13.
3. У чому фізична суть технологічного процесу дефектації?
4. Викладіть методику оформлення карти ескізів.
5. Викладіть методику оформлення карти технологічного процесу дефектації.
6. Викладіть методику виконання програми випробування електрокомпресора.

## Про оцінювання точності розмірів спряжених деталей

Точність розмірів спряжених деталей оцінюють за раніше встановленими межами, згідно з допусками на неточність виготовлення.

Допуском називають різницю між найбільшим і найменшим розмірами. Він може бути симетричним або асиметричним.

Симетричний допуск – це такий допуск, у якого верхнє та нижнє відхилення однакові за величиною, але різні за знаком.

Асиметричний допуск – це такий допуск, в якого верхнє і нижнє відхилення різні за величиною, а знаки можуть бути як однакові, так і різні.

Прийнято позначати: TD – допуск отвору; Td – допуск вала; es – верхнє відхилення для вала; ES – верхнє відхилення для отвору; ei – нижнє відхилення для вала; EI – нижнє відхилення для отвору.

Якщо симетричний діаметр отвору –  $d15 \pm 0,05$ , тоді його допуск дорівнюватиме  $TD = 15,05 - 14,95 = 0,1$  мм, а  $ES = EI = 0,05$ ; асиметричний діаметр вала –  $d15^{+0,15}_{-0,05}$ , тоді його допуск дорівнюватиме  $Td = 15,15 - 14,95 = 0,20$  мм; а  $es = 0,15$  і  $ei = 0,05$  мм.

Поле, обмежене верхнім і нижнім відхиленнями величини діаметра, називають полем допуску.

Залежно від взаємного розташування полів допусків посадки розподіляють на три групи:

- до першої групи належать посадки із зазором, тобто рухомі посадки;
- до другої групи належать посадки з натягом, тобто нерухомі посадки;
- до третьої групи належать посадки, в яких можливі як зазори, так і натяги (ці посадки називають перехідними).

Для спрощення побудови системи допусків і посадок весь діапазон номінальних розмірів від 1 до 10,000 мм розбитий на інтервали (ряди), всередині яких для всіх діаметрів встановлена однакова величина допуску. Єдина система допусків та посадок (ЄСДП) утворила 19 таких рядів, які називають квалітетами (ступенями точності).

Квалітет – сукупність допусків, що відповідають однаковому ступеню точності для всіх номінальних розмірів. Кожен квалітет позначають порядковим номером, що зростає зі збільшенням допуску. Допуск усіх розмірів і для всіх квалітетів наведений в табл. А.1. Скорочено допуск з певного квалітету позначають буквами ІТ і числом відповідного номера квалітету, наприклад, ІТ5 – допуск з 5-го квалітету.

Починаючи з 5-го квалітету, допуск визначають за допомогою одиниці допуску і виражають як постійну для даного квалітету кількість одиниць допуску. Значення допусків квалітетів 01,0 і 1 визначають за слідуючими залежностями:

$$IT\ 01 = 0,3 + 0,008 D;$$

$$IT\ 0 = 0,5 + 0,012 D;$$

Таблиця А.1 – Допуск (мкм) для номінальних розмірів до 10000 мм

Номінальні розміри, мм	квалітети																		
	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	мкм													мкм					
До 3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0,1	0,14	0,25	0,4	0,6	1,0
Понад 3 до 6	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75	1,2
» 6 » 10	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,9	1,5
» 10 » 18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1	1,8
» 18 » 30	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	1,3	2,1
» 30 » 50	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1,0	1,6	2,5
» 50 » 80	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0,3	0,46	0,74	1,2	1,9	3,0
» 80 » 120	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,4	2,2	3,5
» 120 » 180	1,2	2	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0,4	0,63	1,0	1,6	2,5	4,0
» 180 » 250	2	3	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0,46	0,72	1,15	1,85	2,9	4,5
» 250 » 315	2,5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0,52	0,81	1,3	2,1	3,2	5,2
» 315 » 400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0,57	0,89	1,4	2,3	3,6	5,7
» 400 » 500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0,63	0,97	1,55	2,5	4,0	6,3
» 500 » 630	4,5	6	9	11	16	22	30	44	70	110	175	280	440	0,7	1,1	1,75	2,8	4,4	7,0
» 630 » 800	5	7	10	13	18	25	35	50	80	125	200	320	500	0,8	1,25	2,0	3,2	5,0	8,0
» 800 » 1000	5,5	8	11	15	21	29	40	56	90	140	230	360	560	0,9	1,4	2,3	3,6	5,6	9,0
» 1000 » 1250	6,5	9	13	18	24	34	46	66	105	165	260	420	660	1,05	1,65	2,6	4,2	6,6	10,5
» 1250 » 1600	8	11	15	21	29	40	54	78	125	195	310	500	780	1,25	1,95	3,1	5,0	7,8	12,5
» 1600 » 2000	9	13	18	25	35	48	65	92	150	230	370	600	920	1,5	2,3	3,7	6,0	9,2	15,0
» 2000 » 2500	11	15	22	30	41	57	77	110	175	280	440	700	1100	1,75	2,8	4,4	7,0	11,0	17,5
» 2500 » 3150	13	18	26	36	50	69	93	135	210	330	540	860	1350	2,1	3,3	5,4	8,6	13,5	21,0
» 3150 » 4000	16	23	33	45	60	84	115	165	260	410	660	1050	1650	2,6	4,1	6,6	10,5	16,5	26,0
» 4000 » 5000	20	28	40	55	74	100	140	200	320	500	800	1300	2000	3,2	5,0	8,0	13,0	20,0	32,0
» 5000 » 6300	25	35	49	67	92	125	170	250	400	620	980	1550	2500	4,0	6,2	9,8	15,5	25,0	40,0
» 6300 » 8000	31	43	62	84	115	155	215	310	490	760	1200	1950	3100	4,9	7,6	12,0	19,5	31,0	49,0
» 8000 » 10000	38	53	76	105	140	195	270	380	600	940	1500	2400	3860	6,0	9,4	15,0	24,0	38,0	60,0

Примітка: Для розмірів до 1мм квалітети від 14 до 17 не приймаються

$$IT\ 1 = 0,8 + 0,20\ D,$$

де D – діаметр деталі.

Для квалітетів від 5 до 17 (розмір деталі до 500 мм) одиницю допуску визначають за формулою

$$i = 0,45\sqrt[3]{D} + 0,001, \text{ мк.}$$

У квалітетах 2,3 та 4 значення допусків приблизно виявляються членами геометричної прогресії, першим та останнім членами якої є значення допусків квалітетів 1 і 5.

Позначення та величини допуску квалітетів, виражені через величин допуску, наведені в табл. А.2.

Таблиця А.2– Позначення та величини допусків квалітетів

Позначення допусків	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17
Значення допусків	7i	10i	16i	25i	40i	64i	100i	160i	250i	400i	640i	1000i	1600i

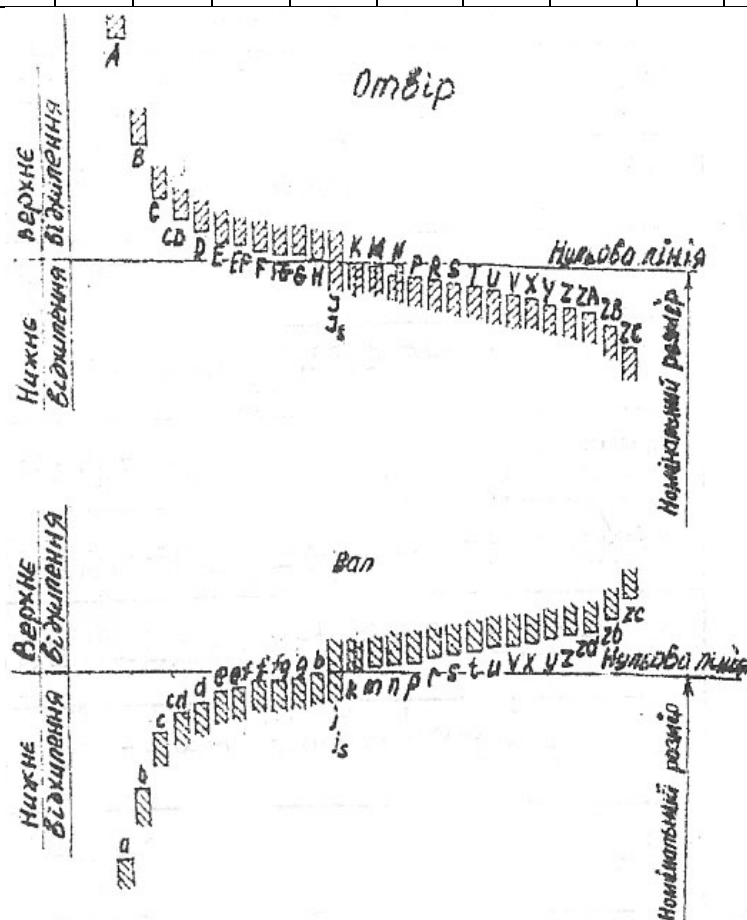


Рис. А.1 – Схема розташування відносного положення полів допуску основних відхилень

Положення поля допуску з ЄСДП характеризує величина і знак найближчого до нульової лінії граничного (основного) відхилення. Як видно з рис. А.1, для полів допусків, що розташовані вище нульової лінії, основним є нижнє відхилення (EI, ei), а для полів допусків, що розташовані нижче нульової лінії, – верхнє ES, es.

Всього в ЄСДП передбачено 28 рядів основних відхилень. Кожний ряд основних відхилень для отворів позначають великою латинською літерою в алфавітному порядку (А, В, С і т.д.), а для валів – малою (а, в, с і т.д.).

Верхнє нульове відхилення вала позначається буквою h, а нижнє нульове відхилення отвору – буквою H. Ці відхилення прийняті для основних валів та основних отворів.

Числові значення основних відхилень валів та отворів наведені в довідковій літературі [7,8].

Поле допуску в ЄСДП утворюється сполученням одного з основних відхилень з допуском по одному з квалітетів. Умовно поле допуску позначають буквою основного відхилення та номером квалітету, наприклад:

- для вала–h5,d7,d11;
- для отвору H5, D7, D11.

Друге граничне відхилення, що обмежує поле допуску, визначають з основного відхилення та квалітету. Якщо основне відхилення верхнє, то нижнє відхилення (граничне) для вала й отвору визначають відповідно з виразу

$$ei = es - IT;$$

$$EI = TS - IT.$$

Якщо основне відхилення нижче, то верхнє відхилення (граничне) визначають аналогічно:

$$es = ei + IT;$$

$$ES = EI + IT.$$

З метою уніфікації виробів та інструментів у промисловості використовують, як правило, переважні поля допусків. У табл. А.3.1, А.3.2 та А.4 наведені



поля допуску валів та отворів згідно зі СТ СЄВ 144–75, де в рамках вказані переважні поля допусків. Числові значення граничних відхилень валів та отворів наведені в довідковій літературі [7,8].

Граничні відхилення лінійних розмірів на кресленнях деталі вказують одним із способів:

- умовним позначенням полів допусків за СТ СЄВ 145–75, наприклад, 15H5,20e7;
- числовим значенням граничних відхилень у міліметрах, наприклад,  $10 = 0.08.20 - 0.04 - 0.07$ ;
- умовним позначенням полів допусків з вказівкою праворуч в дужках числових значень граничних відхилень, наприклад, 15H5(+ 0.08 – 0,73).

За ЄСДП посадки утворюються шляхом сполучення поля допуску отвору і вала. Позначається посадка у вигляді дробу, при цьому чисельником є поле допуску отвору, а знаменником – поле допуску вала, наприклад, d75H7/h6, d75G7/h6.

Для номінальних розмірів рекомендовані посадки, наведені в довідковій літературі [7,8].

Таблиця А.3.1 – Поля допусків валів при номінальних розмірах від 1 до 500 мм (за СТ СЄВ 144–75)

Квалі-тет	Основні відхилення																				
	a	b	c	d	e	f	g	h	i <sub>s</sub>	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z
01								h01*	i <sub>s</sub> 01*												
0								h0*	i <sub>s</sub> 0*												
1								h1*	i <sub>s</sub> 1*												
2								h2*	i <sub>s</sub> 2*												
3								h3*	i <sub>s</sub> 3*												
4							g4	h4	i <sub>s</sub> 4	k4	m4	n4									
5							g5	h5	i <sub>s</sub> 5	k5	m5	n5	p5	r5	s5						
6						f6	g6	h6	i <sub>s</sub> 6	k6	m6	n6	p6	r6	s6	t6					
7					e7	f7		h7	i <sub>s</sub> 7	k7	m7	n7			s7		u7				
8			c8	d8	e8	f8		h8	i <sub>s</sub> 8*								u8		x8		z8
9				d9	e9	f9		h9	i <sub>s</sub> 9*												
10				d10				h10	i <sub>s</sub> 10*												
11	a11	b11	c11	d11				h11	i <sub>s</sub> 11*												
12		b12						h12	i <sub>s</sub> 12*												
13								h13*	i <sub>s</sub> 13*												
14								h14*	i <sub>s</sub> 14*												
15								h15*	i <sub>s</sub> 15*												
16								h16*	i <sub>s</sub> 16*												
17								h17*	i <sub>s</sub> 17*												

Примітка: 1. Знаком \* позначені поля допусків, як правило, не для посадок.

2. У рамках вказані переважні поля допусків

Таблиця А.3.2 – Поля допусків отворів при номінальних розмірах від 1 до 500 мм

Квалі-тет	Основні відхилення																					
	A	B	C	D	E	F	G	H	J <sub>s</sub>	K	M	N	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	
01								H01*	J <sub>s</sub> 01*													
0								H0*	J <sub>s</sub> 0*													
1								H1*	J <sub>s</sub> 1*													
2								H2*	J <sub>s</sub> 2*													
3								H3*	J <sub>s</sub> 3*													
4								H4*	J <sub>s</sub> 4*													
5							G5	H5	J <sub>s</sub> 5	K5	M5	N5										
6							G6	H6	J <sub>s</sub> 6	K6	M6	N6	P6									
7						F7	G7	H7	J <sub>s</sub> 7	K7	M7	N7	P7	R7	S7	T7						
8				D8	E8	F8		H8	J <sub>s</sub> 8	K8	M8	N8					U8					
9				D9	E9	F9		H9	J <sub>s</sub> 9*													
10				D10				H10	J <sub>s</sub> 10*													
11	A11	B11	C11	D11				H11	J <sub>s</sub> 11*													
12		B12						H12	J <sub>s</sub> 12*													
13								H13*	J <sub>s</sub> 13*													
14								H14*	J <sub>s</sub> 14*													
15								H15*	J <sub>s</sub> 15*													
16								H16*	J <sub>s</sub> 16*													
17								H17*	J <sub>s</sub> 17*													

### Про шорсткість поверхні

Раціональні значення шорсткості залежать від багатьох факторів: допуску, посадки та номінального розміру з'єднання, методу збирання, допустимого зносу, умов експлуатації з'єднань, стабільності технологічних процесів.

Шорсткістю поверхні називають сукупність мікронерівностей, що створюють рельєф поверхні з відносно малими кроками, які розглядають в межах ділянки, довжина якої дорівнює базовій довжині.

Параметри шорсткості регламентовані ГОСТ 2789–73. Нарис. Б.І зображені практично всі параметри шорсткості, до яких відносяться:

- базова довжина  $l$  – довжина базової лінії в межах  $0,08 \div 8$  мм, яку використовують для виділення нерівностей, що характеризують шорсткість поверхні, найчастіший середнім арифметичним відхиленням профілю –  $R_a$  та висотою нерівностей профілю –  $R_z$

- середня лінія профілю  $m$  – базова лінія, що має форму номінального профілю і ділить його так, що в межах базової довжини середнє квадратичне відхилення профілю від цієї лінії мінімальне; її положення визначають із умов рівності площини, що утворюються кривою контура профіля шорсткості по обидва боки від цієї лінії;

- середня відстань нерівностей профілю вершинами  $S_m$  – середнє арифметичне значення кроку нерівностей профілю по вершинами в межах базової довжини;

- відстань нерівностей профілю  $S_{mi}$  – довжина відрізка середньої довжини  $m$ , що пересікає профіль у трьох середніх точках та обмеженого двома крайніми точками;

- середнє арифметичне відхилення профілю  $R_a$  – середнє арифметичне відхилення профілю у межах базової довжини, або середнє значення кінцевих відділень  $(y_1 ; y_2 \dots y_n)$  зміни профілю до його середньої лінії. Ці відділення

складають без алгебраїчного знаку, тобто  $R_a = \frac{y_1 + y_2 + \dots + y_n}{n}$

– висота нерівностей профілю по десяти точках  $R_z$  – сума середніх арифметичних абсолютних відхилень точок п'яти найбільших максимумів профілю в межах базової довжини, або середнє значення відділень  $h$  між п'ятьма вищими точками виступів та п'ятьма нижчими точками западин, які вимірюють від лінії, що паралельна середній лінії і проходить нижче неї. Тоді

$$R_z = \frac{(h_1 + h_3 + h_5 + \dots + h_9) - (h_2 + h_4 + \dots + h_{10})}{5};$$

– найбільша висота нерівностей профілю  $R_{\max}$  – відстань між виступами профілю та лініями впадин профілю в межах базової довжини;

– відносна опорна довжина профілю  $t_p$  (де  $p$  – числове значення рівня перерізу профілю) – відношення опорної довжини профілю  $h_p$ , до базової довжини;

– опорна довжина профілю  $h_p$ , – сума довжини відрізків у межах базової довжини, що відсікаються в матеріалі виступів ліній, еквідистантної середньої лінії профілю та розташованої від лінії виступів на відстані, що задається у відсотках  $p$  від  $R_{\max}$ .

Величини  $l$ ,  $P$ ,  $t_p$  вибирають залежно від потрібної точності обробки деталей, вони можуть приймати такі значення:

$$l = (0.01; 0.03; 0.08; 0.25; 0.80; 2.5; 8.25) \text{ мм};$$

$$P = (5; 10; 20; 25; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90) \% \text{ від } R_{\max};$$

$$t_p = (10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90) \%.$$

Числові значення  $R_a, R_z, R_{\max}, S_m, S$  наведені в табл. Б.І. При нормуванні шорсткості поверхні за найбільшим значенням  $R_z$  застосовують таку залежність:

$$R_z \leq k_{\delta}^{0.93} / (D + 45)^{0.13}$$

де  $D$  – номінальний діаметр з'єднань, мм;

$\delta$  – допуск, мм;

$k$  – коефіцієнт.

Для посадок з натягом і нульовим зазором, а також для посадки із зазором, який використовують для забезпечення вільного збирання або при centruванні деталей (І група посадок)  $k = 0.57$ ; а для посадок із зазором, що працюють в умовах зносу при терті ковзання (ІІ група посадок)  $k = 0,475$ . Отримані розраховані значення  $R_z$ , є основою для вибору нормалізованого розміру  $R_z$ . Ці значення можуть бути також основою для вибору нормалізованого  $R_a$ . Значення шорсткості для деяких посадок за ЄСДП наведені в табл. Б.2.

Найбільш поширені значення параметрів шорсткості поверхонь  $R_a$  та  $R_z$ , для деяких методів механічної обробки наведені в табл. Б.3 і Б.4.

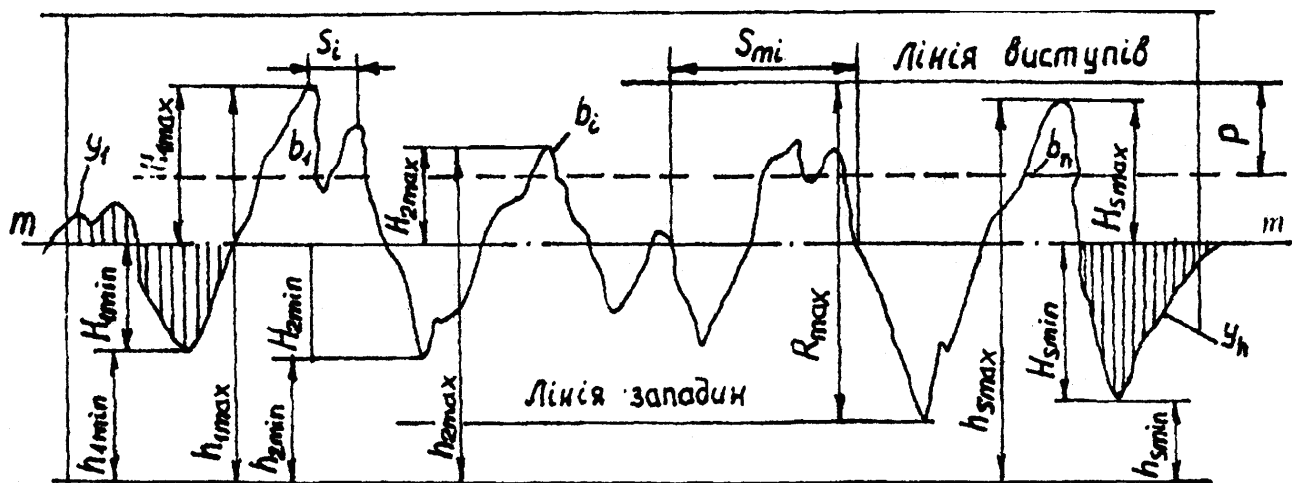


Рис. Б.1 – Профіль шорсткості поверхні

Таблиця Б.1 – Числові значення  $R_a$ ,  $R_z$ ,  $R_{z,i}$ ,  $S_m$ ,  $S$  (за ДСТ 2789–73)

$R_a$ , МКМ	100 10,0 1,00 0,100 0,010	80 8,0 0,80 0,08 0,008	63 6,3 0,63 0,063 -	50 5,0 0,50 0,050 -	40 4,0 0,40 0,040 -	32 3,2 0,32 0,032 -	25 2,5 0,25 0,025 -	20 2,0 0,20 0,020 -	16 1,6 0,16 0,016 -	12,5 1,25 0,125 0,0125 -
$R_z$ і $R_{max}$ МКМ	- 1000 100 10,0 1,00 1,100	- 800 80 8,0 0,80 0,080	- 630 63 6,3 0,63 0,063	- 500 50 5,0 0,50 0,050	- 400 40 4,0 0,40 0,040	- 320 32 3,2 0,32 0,032	- 250 25 2,5 0,25 0,025	- 200 20 2,0 0,20 -	- 160 16 1,6 0,160 -	1600 125 12,5 0,125 -
$S_m$ і $S$ , ММ	- 10,0 1,00 0,100 0,010	- 8,0 0,80 0,080 0,008	- 6,3 0,63 0,063 0,006	- 5,0 0,50 0,050 0,005	- 4,0 0,40 0,040 0,004	- 3,2 0,32 0,032 0,003	- 2,5 0,25 0,025 0,002	- 2,0 0,20 0,020 -	- 1,60 0,160 0,0160 -	12,5 1,25 0,125 0,0125 -

Таблиця Б.2 – Середнє арифметичне відхилення профілю  $R_a$ 

Кваліте- ти	Група по- садок	Інтервал розмірів, мм												
		від 1 до 3	від 3 до 6	від 6 до 10	від 10 до 18	від 18 до 30	від 30 до 50	від 50 до 80	від 80 до 120	від 120 до 180	від 180 до 250	від 250 до 315	від 315 до 400	від 400 до 500
6	I	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,6	1,6
	II	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
7	I	0,4	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
	II	0,4	0,4	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
9	I	0,8	1,6	1,6	1,6	1,6	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
	II	0,8	0,8	1,6	1,6	1,6	1,6	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
10	I	1,6	1,6	3,2	3,2	3,2	3,2	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
	II	1,6	1,6	1,6	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
11	I	3,2	3,2	3,2	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	12,5	12,5	12,5	12,5
	II	3,2	3,2	3,2	3,2	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
12	I	3,2	6,3	6,3	6,3	6,3	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
	II	3,2	3,2	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
13	I	6,3	6,3	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	25	25	25	25	25
	II													

Примітка:

1. При побудові таблиці прийняті значення  $R_a$  відповідно до "Методичних вказівок упровадження ГОСТ 2789–73".

2. До групи I посадок відносяться посадки з натягом, перехідні посадки, а також посадки із зазором, застосовуються для центрування деталей і забезпечення простого збирання; до групи II – посадки із зазором, що працюють в умовах тертя ковзання.

3. Приведені значення шорсткості з урахуванням групи посадок відносяться за всіма полями допусків даного квалітету.

4. Залежно від середнього арифметичного значення шорсткості поверхні  $R_a$ , що дорівнює 0,2; 0,4 ÷ 1,6; 3,2 ÷ 6,3; 12,5 ÷ 25 мкм, рекомендують значення базової довжини  $l$  відповідно 0,25; 0,8; 8,0.

Таблиця Б.3 – Параметри шорсткості поверхонь для деяких методів механічної обробки

Вид поверхні	Метод обробки	Параметр шорсткості, мкм									
		$R_z$					$R_a$				
		100	50	25	12,5	10	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Зовнішня циліндрична	Обточування: – попереднє; – чистове; – тонке.	x	x	x	x x	x	x	x	x	x	
	Шліфування: – попереднє; – чистове; – тонке.								x x x	x x x	x
Внутрішня циліндрична	Розточування: – попереднє; – чистове; – тонке.	x	x	x	x x	x	x				
	Розвіргування Протягування Свердління Шліфування: – попереднє; – чистове.		x	x	x	x		x x x	x x x	x x x	
Плоска	Стругання: – попереднє; – чистове.	x	x	x	x	x					
	Фрезерування: – попереднє; – чистове.	x	x	x	x	x	x				
	Торцеве точіння: – попереднє; – чистове.	x	x	x	x	x	x				
	Плоске шліфування: – попереднє; – чистове.								x x	x x	x

Таблиця Б.4 – Рекомендовані значення параметрів  $R_z$  і  $R_a$

Параметр шорсткості	Поверхня		
	Грубо оброблена	Чиста	Особливо чиста
$R_z$	200; 100; 50; 25; 12,5; 10	–	0,80; 0,40; 0,20; 0,100; 0,050; 0,025
$R_a$	–	3,2; 1,6; 0,80; 0,40; 0,20; 0,100; 0,050; 0,025	–

## Список літератури

1. Кулаков Б.М., Резник М.Я. Ремонт трамвайных вагонов – М.: Транспорт, 1980. – 463 с.
2. Черток М.С. Ремонт и обслуживание подвижного состава трамвая/ Механическое оборудование.– М.: Стройиздат, 1969. – 247 с.
3. Вишник Г.В. и др. Троллейбус пассажирский ЗИУ 682 Б.– М.: Транспорт, 1977. – 208 с.
4. Д.И. Бондаревский, В.М. Кобозев. Эксплуатация и ремонт подвижного состава. – М.: Высшая школа, 1973. – 392 с.
5. Коган Л.Я. и др. Эксплуатация и ремонт троллейбуса. – М.: Транспорт, 1978. – 248 с.
6. Коваленко А.В., Голтв'янський М.А. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисциплін "Ремонт транспортних засобів", "Ремонт технічних засобів електричного транспорту". Частина I. Харків: ХНАМГ, 2008. – 48 с.
7. ГОСТ 2.0073–81, ГОСТ 3.1115–79.
8. ГОСТ 3.1702–79, 3.1109–82, 3.1404–86, 3.14076–86. Единая система технологической документации.
9. Козловский Н.С., Виноградов А.Н. Основы стандартизации, допуски, посадки и технические измерения. – М.: Машиностроение, 1979. – 223 с.
10. Зенкин А.С., Петко И.В. Допуски и посадки в машиностроении: Справочник – К.: Техника, 1981. – 256 с.
11. ГОСТ 3.1105–84, ГОСТ 3.1118–82, ГОСТ 3.1115–79, ГОСТ 18464–87.



## НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисциплін "Ремонт транспортних засобів", "Ремонт технічних засобів електричного транспорту". Частина II (для студентів 4,5 курсів усіх форм навчання спеціальностей 7.092201 "Електричні системи і комплекси транспортних засобів", 6.092202 "Електричний транспорт").

Укладачі: Андрій Віталійович Коваленко,  
Микола Антонович Голтв'янський

Відповідальний за випуск: В.Х. Далека

Редактор: Д.Ф. Курильченко

Верстка: Ю.П. Степась

План видання 2009, поз. 225 М

---

Підп. до друку 10.11.09	Формат 60x84 1/16	Папір офісний
Друк на ризографі.	Умовн. –друк. арк. 4,3	Обл.–вид. арк. 4,7
Замовл. №	Тираж 100 прим.	

---

61002, Харків, ХНАМГ, вул. Революції, 12

---

Сектор оперативної поліграфії ЦНІТ ХНАМГ  
61002, Харків, вул. Революції, 12